

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI XALQ TA'LIMI VAZIRLIGI

**ABDULLA QODIRIY NOMLI JIZZAX DAVLAT
PEDAGOGIKA INSTITUTI**

**“FIZIKA O`QITISH METODIKASI”
KAFEDRASI**

“Himoya qilishga ruxsat beraman”
Fizika-matematika fakul'teti dekani

_____ Qurbonov E.
“ _____ ” _____ 2015 y.

5110200 – Fizika –matematika fakulteti Fizika-astronomiya yo`nalishi bo`yicha
bakalavr darajasini olish uchun

**“IMPULSI 3,25 A GeV/c BO'LGAN dp TO'QNASHUVLARINI
O'RGANISH”**

mavzusida bajarilgan

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Bajaruvchi: Mardiyeva Gulshan

Ilmiy rahbar: : f.-m.f.d., prof. Bekmirzayev R.N..

Ishni himoyaga tavsiya etaman: **f.-m.f.d., prof. Bekmirzayev R.N..**
(ilmiy rahbar ismi va sharifi) (imzo)

BMI “Umumiy fizika” kafedrasi yig'ilishi qarori bilan
(Qaror № ___. _____.2015 y) himoyaga tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri:prof . R.N. Bekmirzayev
(Ismi va sharifi)

(imzo)

JIZZAX – 2015

M U N D A R I J A

	KIRISH	3
	I-BOB. TAJRIBA O'TKAZISH USLUBIYATI	7
1.1 §	Pufakchali vodorod kamerasing asosiy xarakteristikalarini	8
1.2 §	Stereofotografiyalarni qayta ishlash uslubiyati	9
1.3 §	Jarayonlarni qarash, ajratish va o'lchash	9
1.4 §	Ikkilamchi zaryadli zarralar va fragmentlarni kinematik xarakteristikalarini o'lchashdagi xatoliklar	12
1.5 §	Yadro modellari.....	14
	II-BOB. IMPULSLARI 3.25 A GEV/C BO'LGAN 16OP VA DP-TA'SIRLASHUVLARINI O'RGANISH	
2.1 §	2.1. Impulslari 3.25 a gev/s bo'lgan ^{16}Op -ta'sirlashuvlarida ^3H va ^3He yadrolarining hosil bo'lishi o'rtacha kuchi va kesimi.....	22
2.2 §	Impulslari 3.25 A GeV/s bo'lgan ^{16}Op -ta'sirlashuvlarida deutronlarning burchak va impuls bo'yicha taqsimotlari	25
2.3 §	dp-ta'sirlashuvlarida protonlarning hosil bo'lish mexanizmi	29
2.4 §	3,33 GeV/c impulsdagi dp-o'zaro ta'sirda dibarion xolatlar tadqiqoti.	32
	XULOSA	45
	FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI	46

KIRISH

Bitiruv malakaviy ishning dolzarbligi. Yuqori energiyali adronlar va yadrolarning yadrolar bilan to'qnashuvlarini tadqiq qilishdagi asosiy muammolardan biri yadrolarning parchalanish mexanizmlarini aniqlashdan iborat. Yadrolar parchalanishi mexanizmlarini o'rganish kuchli o'zarota'sir dinamikasi haqida, yadrolar strukturalari to'g'risida, hamda yadro materiyasining holatlari tenglamalarini aniqlashga imkon beradi. Parchalanish hodisasi o'tgan asr 40-yillarining oxirida kosmik nurlar ustida olib borilgan tajribalar asosida ochilishiga qaramay, ushbu hodisani nazariy va tajribaviy tadqiqot qilish 25 yillardan keyin, ya'ni og'ir ionlar tezlatgichlari ishga tushgandan so'ng yanada keng taraqqiy qildi.

Hozirgi paytda adron va yadrolarning yadrolar bilan to'qnashuvi keng energetik (0.5–160) A GeV oraliqda hamda birlamchi yadrolarning vodoroddan qo'r/oshinga qadar diapazonlarida tadqiq qilingan. Bu tajribalarning asosiy qismi yadroviy fotoemulsiyalarda bajarilgan bo'lib, ular adronlarning kvark-parton tuzilishiga asoslangan hozirgi zamon modellarining yadrolarda «suyuq-gaz» ko'rinishidagi fazoviy o'tish to'g'risidagi bashoratlarini tekshirishga ba/ishlangan. Ikkinchi tomondan, yadroviy fotoemulsiya usulida katta statistik material to'plash qiyinligi va ko'pnuklonli parchalarning massalarini aniqlash muammosi tufayli ushbu tajribalarda asosiy e'tibor bir zaryadli zarralarning har xil tavsiflarini markaziy sohada, nishon sohasida hamda uchuvchi yadro sohasida o'rganishga qaratildi. Elektronik uslub yordamida alohida olingan yadrolar va ularning izotoplari uchun inklyuziv tavsiflar to'g'risida qator tajribaviy natijalar mavjud, holbuki jismoniy burchakning juda torligi yadro parchalanishi haqidagi foydali

axborotlar imkoniyatini anchagina cheklaydi. Bir soʻz bilan aytganda, ushbu tajribalarda ham, yadroviy fotoemulsiya yordamida olib borilgan tajribalarda ham yadrolar parchalanishini koʻplamchi zarralar tugʻilishi jarayonlari bilan birgalikda tadqiq qilish imkoniyati yoʻq edi.

Bugungi kunda yadrolar fragmentatsiyasi jarayonini toʻliq tushuntiruvchi nazariy mavjud emas. Bu bir tomondan yuqori energiyali adronlarning yadrolar bilan toʻqnashuv jarayonlarining murakkabligida (koʻp ketma-ketlikda yuz berishi) boʻlsa ikkinchi tomondan ikkilamchi zarralarning toʻliq qayd qilinmasligi, koʻp zaryadli fragmentlarni ularning massalari boʻyicha ajratib boʻlmasligidadir. Shu munosabat bilan 4π geometriya sharoitida ikkilamchi zarralarni toʻliq identifikatsiya qiluvchi va impulslarini aniq oʻlchovchi tajribalar oʻtqazish dolzarb masalalardan hisoblanadi. Bunday imkoniyatlar magnit maydoniga oʻrnatilgan pufakchali kameralarda, ayniqsa suyuqvdorodli pufakchali kameralarda mavjud. Bu kamera yordamida ishchi suyuqliq zichligining kichikligi tufayli zarracha impulsini yuqori aniqlikda oʻlchash va massa va zaryadlari boʻyicha identifikatsiya qilish mumkin. Bularning hammasi ikkilamchi barcha zarralarni bir-biriga solishtirib oʻrganish imkoniyatini beradi.

Tadqiqot obʼekti: Yadro fragmentatsisi muommolarini yechishning effektiv usullaridan biri boʻlib, toʻliq geometriya sharoitida yengil fragmentlarning (r , d , t , ^3Ne va ^4Ne) hosil boʻlish jarayonini tadqiq qilish hisoblanadi. Buni quydagicha tushuntirish mumkin. Birinchidan, yengil zarralarning chiqish ehtimoliyatlarini (kesimi) toʻqnashuvning toʻliq kesimiga nisbatan aniqlash

mumkin. Ikkinchidan, fragmentlarning asosiy qismi dastlabki to'qnashuv jarayonida hosil bo'lib, to'qnashuv dinamikasi haqida axbarot olish mumkin.

Bugungi kunda yuqori va past energiyali og'ir va yengil yadrolarning nuklonlar va yadrolar bilan bo'ladigan to'qnashuvlarida hosil bo'ladigan fragmentlarning xususiyatlari ko'plab tajribalarda va nazariy ishlarda o'rganilgan. Nuklon-yadro va yadro-yadro to'qnashuvlarida hosil bo'luvchi fragmentlar bo'yicha juda ko'plab ma'lumotlar to'plangan.

Tadqiqot predmeti: Fragmentlar haqidagi dastlabki ma'lumotlarning katta qismi radioximik usullar bilan olingan. Og'ir ionlar tezlatgichlari ishga tushirilgandan keyin fragmentlarni aniq o'rganish bo'yicha tadqiqotlar boshlandi. Mukammallashgan qayd qilgichlardan foydalanish natijasida radioximik usullar boyitildi va keyinchalik bular ko'p sonli zarralarni sanagichlar bilan almashtirildi.

Tadqiqotda ilgari surilgan faraz: Fragmentlarning hosil bo'lish jarayoni protonlar oqimidan og'ir ionlar oqimiga o'tganda hech qanday o'zgarmaydi. Asosiy farq- og'ir fragmentlarning xususiyatlarini o'rganish imkoniyatidir. Nishon yadrosining bo'linishidan hosil bo'lgan fragmentlar nishon moddasida sekinlashadi va to'xtab qoladi, tez harakat qiluvchi snaryad fragmentlarini esa spektrometrlar yordamida o'rganilishi mumkin. Hisob sistemasini laboratoriya sistemasidan snaryadning tinchlikdagi sistemasiga burish imkoniyati (antilaboratoriya sistemasini) $A < 60$ yadrolarning fragmentatsiyalari bo'yicha tajribalar qilishga olib keladi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi:

Bugungi kunda adron-yadro va yadro-yadro to'qnashuvlaridagi fragmentatsiya va multifragmentatsiya hodisalari haqida juda katta hajmdagi

muhim tajriba natijalari mavjud, jumladan yadrolarning fragmentlashuv jarayoni ketma-ketlik xarakteriga ega. Fragmentlar tarkibiga yadro α -klasterli tuzulishining ta'siri tajribada tasdiqlangan, va tajriba natijalarini nazariy hisob-kitoblarning yozib beraolmasligi ko'rsatilgan.

Tadqiqodlar maqsadi va farazlari: Bitiruv malakaviy ishining maqsadi birlamchi impulsleri 3.25 A GeV/c bo'lgan deytron yadrosining protonlar bilan bo'ladigan to'qnashuvlarida deytronlar hosil bo'lish jarayonlarini tadqiq qilish hisoblanadi.

BMIning 1-bo'limida tajribaviy uslubiyat masalalari va tajriba natijalariga ishlov berish keltirilgan: tajribaviy qurilma va yadro dastasi xarakteristikalarini; «Jarayonlarni» tanlash va analiz (taxlil) qilish, tajribada to'qnashishlarni o'rganish uchun olingan plyonkalarni qarash va o'lchash, matematik taminot hamda ikkilamchi zarralarni ajratib identifikatsiya qilish masalalari qarab chiqilgan. masalalari batafsil yoritilgan.

II-bo'limda impulsleri 3.25 A GeV/c bo'lgan $^{16}\text{O}p$ - va dp ta'sirlashuvlarida kislorod va deytron yadrosining bo'linishida turli xil kanallardan p, d va $^4\text{He}^2$ yadrosi chiqishining inklyuziv kesimi, Invariant tuzilish funksiyasi, Ko'ndalang impulsler va impulsleri 3.25 A GeV/c bo'lgan dp -ta'sirlashuvlarida protonlarning zaryad almashinuvi jarayonlarini tadqiq qilish masalalari to'liq bayon qilingan.

Ushbu bitiruv malakaviy ishi Birlashgan yadro tadqiqotlari institutining yuqori energiyalar fizikasi laboratoriyasi (LVE OIYaI)da 1 metrlik vodorod kamerasidan olingan tajribaviy natijalar asosida bajarilgan.

I BOB. TAJRIBA O'TKAZISH USLUBIYATI

Kamerağa tushayotgan relyativistik kislorodlarning har bir nukloniga to'g'ri keluvchi impuls $4,2 \pm 0,05$ GeV/c ga teng. Ushbu zarralar oqimi LVE OIYaI sinxrofazotronida olingan.

Malumki, pufakchali kamera boshqa kameralarga nisbatan bir qator ustunliklarga ega. Masalan: ikkilamchi to'qnashuv maqsulotlarini qayd qilish va to'qnashuv jarayonini 4π geometriyasida to'g'ridan to'g'ri kuzatish.

Ikkinchidan, pufakchali kameralarda nishonning aniq bir sirti bilan tasirlashuvini registratsiya qilinadi.

Uchinchidan, pufakchali kameralarda kerakli aniqlikda neytral zarralar ham registratsiya bo'ladi (gamma-kvantlar, neytral g'alati zarralar $\Lambda^0 \bar{\Lambda}^0$, $\bar{K}^0 \Sigma^0$, va neytronlar).

Ikkilamchi zarralarning impulsleri va uchib chiqish burchaklari etarlicha aniqlikda o'lchanadi.

Ushbu ishda tajriba ma'lumotlarini olish uchun 1 metrlik vodorod kamerasidan foydalanilgan. 1 metrlik vodorod kamerasi bilan bog'liq bo'lgan uslubiy masalalarni qarab chiqamiz.

1.1. Pufakchali vodorod kamerasing asosiy

xarakteristikalar

1 metrlik pufakchalik vodorod kamerasi 3.25 A GeV/c impulsli relyativistik kislorodlar oqimi bilan birlashgan yadro tadqiqotlari instituti, yuqori energiyalar fizikasi sinxrofazatroni yordamida nurlantirildi.

Tezlashtirilayotgan birlamchi kislorod yadrosi oqimi ichida boshqa yadrolarning (^{12}S , ^{14}N) ulushi 15% ni tashkil qiladi. Kamera magnit maydoniga joylashtirilgan bo'lib, magnit maydoni kuchlanganligi $H \approx 18.5$ kGauss ni tashkil qiladi. Kuchlanganlikning vertikal tashkil etuvchisi H_z bir jinsli bo'lmaganligi uchun kuchlanganlikning uchta komponentalari H_x , H_y , H_z qiymatlari o'lchandi. Ishchi suyuqliqning (vodorodniki) zichligi $\rho_q(0.0584 \pm 0.0001)$ g/sm³ ga teng.

Vodorod kamerasing (VPK-100) ishchi hajmi 4 ta fotokamera yordamida su'ratga olindi. Bu kameralarning optik o'qlari bir-biriga parallel joylashgan bo'lib, rasmga tushirish bazislari VPK-100 ning ko'ndalang yo'nalishi bo'yicha 500 mm ni bo'ylama yo'nalishi bo'yicha 310 mm ni tashkil qiladi. VPK-100 ning rasmga oluvchi hajmi 960x360x295 mm³ ni tashkil qiladi.

1.2. Stereofotografiyalarni qayta ishlash uslubi

Stereograflar 10 marta kattalashtirib beradigan proyeksion stollar yordamida eng kamida 3 martadan qarab chiqildi. Birinchi va ikkinchi qarashlar bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda amalga oshirildi; uchinchi, hal qiluvchi qarashda dastlabki ikkala qarashlarning natijalari bir-biriga solishtirildi, va asosiy e'tibor birinchi va ikkinchi qarashlarda bir-biridan farq qiluvchilarga qaratildi.

Tarkibida hosil bo'luvchi ikkilamchi zaryadli zarralar soni $n_{ch} \geq 3$ dan katta bo'lgan Jarayonlar uchun ikki marta qarash effektivligi 100% ga yaqin bo'ldi. Ikki zarachali Jarayonlar uchun 90% ni tashkil qiladi.

1.3. Jarayonlarni qarash, ajratish va o'lchash

VPK-100 da olingan stereofotografiyalarni qarash elektr zaryadi saqlanishini (ikkilamchi zarralar zaryadlari yig'indisi 9 ga teng bo'lishi kerak) hisobga olgan holda amalga oshirildi. Har bir to'qnashuvlar uchun ikkilamchi larralarning to'liq soni, V^0 -larralar soni, Dalitsa juftligi soni, musbat bir zaryadli zarralar soni va zaryadlari $8 \geq Z \geq 2$ bo'lgan birlamchi yadro fragmentlari soni aniqlandi.

“Jarayonlarni” tanlab olishda, har bir qayd etilgan birlamchi “yulduzda” quyidagi xarakteristikalar aniqlandi:

n_- - manfiy zaryadli zarralar soni, identifikatsiyalangan elektronlardan tashqari;

n_+ - musbat zaryadli zarralar soni, identifikatsiyalangan proton va pozitronlardan tashqari;

n_r - identifikatsiyalangan protonlarning $20 \leq R \leq 1200$ MeV/c intervalidagi soni.

Identifikatsiyalash – kamera moddasi ichidagi erkin yugurish yo’li bo’yicha, ionizatsiya bo’yicha va δ - elektronlar bo’yicha, protondagi protonlarning minimal uzunligi 3mm, bu esa impuls bo’yicha proton uchun 140 MeV/c; $n_{\pm q}$, n_r , n_Q , n_r – ikkilamchi zaryadlangan zarralar “ko’pligi”.

n_r - identifikatsiyalangan protonlar soni, lekin $\Theta_{lob} > 90^0$, yani orqaga qaytgan protonlar soni;

n_γ - [γ -kvantlar soni, ular $e^+ e^-$ - juftlik hosil qiladi.]

n_v^0 - neytral “g`alati” zarralarning parchalanishini vizual kuzatilgan soni;

n_N - birlamchi to’qnashuvda hosil bo’lgan ikkilamchi “yulduzcha” lar soni, ular neytral adronlar tufayli hosil bo’ladi.

Hamma topilgan “yulduzchalar” to’qnashuv turiga qarab; n , n_Q , n_r , n_r^v va ular ΣQ_i zaryadiga qarab, barion soni va energiya impulsiga qarab identifikatsiyalanadi.

Qarashdan keyin ajratib olingan jarayonlarni o’lchash EHMlarga birdaniga chiqishga moslashtirilgan yarimavtomatli qurilma-PIK (qarash o’lchash qurilmasi) lar yordamida amalga oshirildi. O’lchashlarning matematik qayta ishlashi to’qnashuvlar geometriyasini hisobga olib tuzilgan maxsus modifikatsiya qilingan dastur asosida amalga oshirildi.

Ilgari ishlatilib kelingan, sinovdan o’tgan maxsus ishlab chiqilgan matematik qayta ishlash protsedurasi mahsulotidan: ZINPUT-GEOMOP-

CLPHOP-PASPORT-COLLDS-DSTWRTOP dan foydalanildi. Bu erda qarashda olingan ma'lumotlar, dastlabki metodik taqsimotlar, xatolar ro'yxati va boshqa parametrlar hisobga olinadi.

Bu dastur "jarayonni" fazoda aynan tiklab beradi va ikkilamchi zarralar parametrlarini aniqlaydi, shuningdek v^0 - zarra va γ - kvantlarni kinematik ishlab beradi. Zarralarning trayektoriyasini geometrik tiklash ikkita proyeksiyada koordinatalarni (nuqtalarni) o'lchash natijalariga ko'ra olindi.

O'lchangan treklar uchun quyidagi parametrlar aniqlandi. r- laboratoriya sistemasida zarra impulsi, $\text{tg}\alpha$ - burchak tangensi, yani iz yo'nalishi va XOY tekislik o'rtasidagi burchak, β -azimutal burchak, OX o'qi bilan tasir nuqtasida o'tkazilgan iz proyeksiyasi o'rtasidagi burchak. Zarra impulsi magnit maydonida izning egriligidan hisoblanadi va albatta ionizatsion va radiatsion yo'qotishlar hisobiga olinadi. Hamma qiymatlar boshlang'ich, birlamchi yaqinlashish hisoblanadi.

r, β , va $\text{tg}\alpha$ parametrlarning optimal qiymatlari minimizatsiyalash yo'li bilan topiladi

$$\chi^2 = \sum_{ij}^N (u_{ei} - y_i) G_{il}^{-1} (u_{ej} - y_j) \quad \text{bunda } u_{ei} \text{ va } u_{ej} - \text{o'lchangan, } u_j \text{ va } u_i -$$

izlanayotgan parametrlar qiymati; G_{ij}^{-1} – matritsa, o'z ichiga o'lchash xatoligi, kulon sochilishi, ionizatsion yo'qotishlar, tormozlanish nurlanishi fluktuatsiyasi va magnit maydoni nobirjinsligi kabi parametrlarni oladi, N- o'lchangan nuqtalar soni. Alohida bir trekni o'lchash sifatida χ^2_{xu} va χ^2_z funksionallari qiymatiga bog'liq bo'ladi. Birinchisi χ^2_{xu} –r va β ning optimal qiymatlarini hisoblashdagi

aniqlikni xarakterlaydi, χ^2_z bo'lsa $\text{tg}\alpha$ - ning anikliqdagi aniqligi. Yaxshi o'lchash natijalarini olish uchun χ^2 qiymatlar bo'yicha ikkilamchi zarralar treklari taqsimoti olindi. Bu hisob-kitoblar asosida χ^2_{xu} , $\chi^2_z \leq 3,5$ deb tanlab olindi. Ularning o'rtacha qiymatlari esa

$$\langle \chi^2_{xu} \rangle = 0,96 \pm 0,02 \quad \langle \chi^2_z \rangle = 1,29 \pm 0,02 \text{ aslida, nazariy}$$

jihatdan $\langle \chi^2 \rangle < 1$ bo'lishi kerak edi. Yuqoridagi kriteriylarga mos keluvchi treklar uchun impuls va uchib chiqish burchaklari xatoliklari hisoblandi.

Protonlar va π^0 -mezonlar uchun taqsimotlar $p \leq 1.25 \text{ GeV/c}$ impulsar uchun olindi. Hamma manfiy zaryadga ega bo'lgan zarralar π^- -mezonlar deb hisoblandi, chunki, birlamchi $p_0 \leq 3.25 \text{ A GeV/c}$ impulslarda K^- -mezonlar va proton-antiproton juftliklar paydo bo'lishini hisobga olmaslik mumkin.

1.4. Ikkilamchi zaryadli zarralar va fragmentlarni kinematik

xarakteristikalarini o'lchashdagi xatoliklar

Impuls va uning xatoliklarini hisobga olishda quyidagilar hisobga olindi: treklarda o'lchangan nuqtalarning chetlanishi, magnit maydoni qiymatlaridagi noaniqliqlar, hamda zarralarning ko'pkarrali sochilishidan paydo bo'lgan xatoliklar.

1.1-jadval. VPK 100 da ikkilamchi fragmentlar impuls va burchaklarini o'lchashlikdagi xatoliklar.

1.1. jadval

Fragmenlar zaryadi	$\langle \Delta p/p \rangle$, %	$\langle \Delta \beta \rangle$, mrad	$\langle \Delta \alpha \rangle$, mrad
$Z = 1$ (birzaryadli musbat zarracha)	2.48 q 0.01	0.60 q 0.01	1.57 q 0.02
$Z \geq 2$	3.34 q 0.01	0.56 q 0.01	1.50 q 0.02

Ma'lumki, ikkilamchi zarralarnig impulsleri va uchib chiqish burchagidagi xatoliklar yuqorida ko'rsatilgan sabablardan tashqari ulchanayotgan treklar proyeksiyalari uzunliklari, bu zarralar impulsleri, hamda zaryadlaridan alohida bog'liq. Bu ^{16}Op -ta'sirlashuvlarida fragmentlar xarakteristikalarini o'rganishda alohida muhimdir. Bu omil fragmentlar xarakteristikalarini tahlil qilishda hisobga olinadi. Bir metrli kameraning ishchi hajmida uzunliklari $L > 40$ sm bo'lgan treklarning o'lchash xatoliklari zaryadlarning hamma qiymatlarida 3.5 % (1.1-jadvalga qarang) dan oshmaydi va fragmentlar zaryadlari ishonchli identifikatsiya qilinadi.

Identifikatsiya qilingan protonlar (asosan turtki protonlar), π^Q va π^- -mezonlar uchun xudi shunday xarakteristikalar 1.2-jadvalda keltirilgan.

1.2-jadval. VPK 100 da ikkilamchi protonlar va π^Q - mezonlar impuls va burchaklarini o'lchashlikdagi xatoliklar.

1.2. jadval

Zarralar tipii	$\langle \Delta p/p \rangle$, %	$\langle \Delta \beta \rangle$, mrad	$\langle \Delta \alpha \rangle$, mrad
R	4.56 q 0.01	5.74 q 0.01	2.00 q 0.02
π^Q	2.62 q 0.07	4.04 q 0.12	5.25 q 0.50
π^-	2.64 q 0.06	4.32 q 0.09	5.94 q 0.13

1.5. Yadro modellari

Ma'lumki, atom yadrosi ikki xil nuklon: n va p lardan tashkil topgan murakkab kvantomexanik sistemadir. Nuklonlarning o'zaro ta'sir qonunlariga asoslanib, atom yadrosi xususiyatlarini bayon etish, yadro tuzulishini aniqlash va har xil sharoitlarda unda sodir bo'layotgan jarayonlarni tadqiq qilish yadro fizikasi bo'yicha olib borilayotgan ilmiy-tadqiqot ishlarining asosiy vazifasini tashkil qiladi.

Ikki nuklon orasidagi o'zaro ta'sir etuvchi kuch to'g'risida ma'lumot olishning bevosita usuli nuklon-nuklon sochilishini o'rganish va ^2H ning xususiyatlarini tahlil qilishdan iboratdir.

Hisoblashlar uchun ikki nuklon orasida ta'sir etuvchi kuchning kattaligini emas (fazoviy, spin, izospin) koordinatalar funktsiyasi potensial energiyasini bilish kerak bo'ladi. Biroq yadro potentsiali Kulon va gravitatsion potentsiallariga nisbatan ancha murakkab.

Garchan hozircha yadro potentsialini analitik ravishda ifodalash mumkin bo'lmasa ham uning ayrim xususiyatlari haqida yetarlicha ma'lumotga egamiz. Yadro potentsiali sferik simmetriyaga ega emas. Bunga ^2H ning kvadrupol momentga ega bo'lishi misoldir. Yadro potentsiali chekli radiusga ega. U $0,5 \cdot 10^{-15}$ m dan kichik masofalarda chuqurligi bir necha 10 MeV bo'lgan tortishish potentsiali potentsial o'rab bilan almashinishi mumkin.

Yadro kuchlari atomlarni molekulalarda birlashtirib turuvchi ximiyaviy kuchlarga nisbatan million marta katta bo'lsa ham ta'sir radiuslari kichik

bo'lganligidan ular nisbatan zaif tuyuladi. Nima uchun shunday ekanligini tushunish uchun R-masofadagi ikkita bog'langan zarra $2R > \lambda$ de-Broyl to'liq uzunligiga ega bo'lsin. $\lambda = \frac{\hbar}{\mu_0 g}$, bunda g -zarraning nisbiy tezligi, μ -keltirilgan

massa, $\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$, $2R \geq \lambda$ boshqacha yozsak $\mu g \geq \frac{\hbar}{2R}$. Zarraning kinetik

energiyasi $(\mu g)^2 \geq \left(\frac{\hbar}{2R}\right)^2$;

$$\frac{1}{2} \mu g^2 = \frac{\hbar^2}{8\mu R^2} = \frac{(6,6 \cdot 10^{-27})^2}{8 \cdot \frac{1}{2} (1,67 \cdot 10^{-27})(2,4 \cdot 10^{-13})^2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-6}} = 71 \text{ MeV}$$

Shunday qilib, yadro kuchlarining ta'sir radiusi chegarasida bo'lishi uchun ikki nuklonning kinetik energiyasi eng kamida 71 MeV bo'lishi kerak. Bu nuklonlarni ushlab turuvchi potensial o'raning chuqurligidan ancha katta.

Demak ${}^2\text{H}$ –uyg'ongan holatda bo'lolmaydi. $\Delta E = 2,2 \text{ MeV}$ ${}^2\text{H}$ ning proton va neytronlari deyarli yarim vaqtini yadro kuchlari ta'siri sohasidan chetda o'tkazadi.

Yadro potentsiali sistemaning holatiga bog'liq. Masalan, ${}^2\text{H}$ $I=1$ mavjud, $I=0$ mavjud emas. Nisbiy harakat miqdoriga ham bog'liq harakat miqdori momenti h-juft qiymatida tortishish kuchlari bor, toq qiymatida bunday kuchlar yo'q. Nuklonlarning sochilishi potentsial energiyaga nuklonlar spin vektorlarining nisbiy joylashishiga va sistemaning orbital harakat miqdori momentiga bog'liqligini

ko'rsatuvchi had bo'lishligini talab qiladi. Spin orbital bog'lanish borligini bildiradi.

Yadro potentsiali almashinuv xarakteriga ega. Xuddi ximiyaviy bog'lanish ikki atom orasidagi elektronlarning almashinuvi kabi yadro kuchlarini ikki nuklon orasidagi biror zarra vositasida bo'ladi deb qarash kerak. Bundan nuklon murakkab deb qaramaslik lozim. Yapon olimi Yukava fikri bo'yicha almashinuv virtual zarralar bilan deb qaraladi. Virtual zarralarning paydo bo'lishi energiya saqlanishi zarra yashash vaqtining juda qisqaligi bilan tushuntiriladi.

Geyzenberg noaniqlik printsipli ko'rsatishicha $\Delta E \cdot \Delta t \geq h$, zarra yashash vaqti

$$\Delta t \geq \frac{\hbar}{\Delta E} = \frac{\hbar}{mc^2}, \quad \text{ta'sir radiusi } R \cong c\Delta t \geq \frac{\hbar}{mc}.$$

Nuklonlarning o'zaro ta'sirlashuvida yadro maydonida massasi $\sim 270 m_e$ bo'lgan zarra hosil qiladi. Hozirgacha bunday maydonning to'la nazariyasi mavjud emas, biroq taqribiy nazariyalar tadqiqotlar olib borishda muhim qurol bo'lib hisoblanadi.

Shunday qilib, mavjud bo'lgan tajriba dalillari nuklonlararo o'zaro ta'sir potentsialining yagona shaklini tanlab olishga imkon bermadi. Hatto ikkita erkin nuklon uchun ham o'zaro ta'sir potentsiali to'la aniq emas. Hozirgi kvant mexanikasi apparatining murakkabligi yadro xususiyatlarini yetarli darajada tahlil qilish uchun imkon bermaydi. Yadro xarakteristikalarini hisoblash uchun zamonaviy hisoblash mashinalarining quvvati hatto $A=5$ bo'lgan yengil yadrolarga ham yetmaydi.

Shu sababli hozircha yadro xususiyatlarining barcha ta'sirlarini hisobga olgan hisoblashning iloji yo'q. Real yadroning xarakteristikalarini emas, balki matematik va fizik jihatdan soddalashtirilgan yadro modellari deb ataladigan har xil sistemalarning xususiyatlarini hisoblashga to'g'ri keladi. Yadro modeli tajriba natijalariga asoslangan holda tanlab olinadi, so'ngra bu modelga mos keluvchi turlicha taxminlar ishlab chiqiladi. Demak, birgina fizik jarayonni bayon qilish uchun turlicha modellar mavjud bo'lishi mumkin.

Yadroning xususiyatlarini hisoblash mumkin bo'lishi uchun model yetarli darajada sodda bo'lishi, shu bilan birga, hech bo'lmaganda u real yadrolarning xususiyatlarini taxminan aks ettirishi lozim. Har qanday model yadro xususiyatlari haqidagi fizikada mavjud bo'lgan bilimlarning xulosasi va umumlashuvidan iboratdir. Har qanday model yadro xususiyatlarini to'la aks ettira olmaydi. Shuning uchun har bir modelning qo'llanish chegarasi mavjud. Model tadqiqotlarni davom ettirish asosiy yo'nalishni ko'rsatadi va har xil xossalarni ma'lum nuqtai nazarda turib bir-biri bilan bog'lanishga imkon beradi.

Yadro modellari ikki xil boshqa-boshqayo'nalish asosidayaratilgan.

Birinchi yo'nalish «Kuchli o'zaro ta'sir modellari». Bu modelga ko'ra yadro o'zaro kuchli ta'sir etuvchi va o'zaro kuchli bog'lanishda bo'lgan zarralar ansambli deb qaratiladi. Moddalarning bu guruhiga «Suyuq tomchi modeli», «alfa zarra model», «birikma yadro model»lari kiradi.

Ikkinchi yo'nalish «erkin zarralar modellari», bunda har bir nuklon yadroning boshqa nuklonlarning o'rtachalashtirgan maydonida deyarli bog'liqsiz,

erkin ravishda harakatlanadi. Bu guruhda fermigaz, qobiqli umumlashgan yoki kollektiv modellar kiradilar.

Tomchi modeli. Tomchi modeli eng dastlabki modellardan biridir. Bu modelni atom nazariyasining asoschilaridan daniyalik olim Nils Bor taklif qilgan. Tomchiga yadroga o'xshashlik dalillari: yadro zichligi juda katta ($\sim 10^{14} \text{ r/sm}^3$) bo'lib, siqilmaydi, yadro hajmining undagi nuklonlar soniga proportsionalligi ($R=R_0 A^{1/3}$; $V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi R_0^3 A$) va turli yadrolarda nuklonlar o'rtacha energiyasining taxminan doimiyligi ($\epsilon=8 \text{ MeV}$), yadro moddasi bilan suyuqlik tomchisining o'xshashligi. Bunda yadro kuchlari ham suyuqlik molekulalari orasidagi ta'sir kuchlariga o'xshash to'yinish qobiliyatiga ega ekanligi kelib chiqadi.

Tomchi modelida yadro zichligi bir xil ekanligi to'g'risidagi eksperimental ma'lumotlarga asoslangan Bor yadrodagi nuklonlarning harakati suyuqlikdagi atom va molekulalarning harakatiga o'xshaydi, deb faraz qiladi. Suyuqlikning tashqi ta'siriga uchramagan tomchisi sirt taranglik tufayli sfera shaklida bo'ladi.

Tomchi modeli yadroning massasi va bog'lanish energiyasining yarim empirik formulasini chiqarish, yadrolarning zarralarni nurlanish va bo'linishiga turg'unligini aniqlash va shuningdek, bu jarayonlarda ajraladigan energiyalarni hisoblash imkoniyatlarini beradi.

Model yadroning neytronlar, protonlar va alfa zarralar bilan ta'sirlashuvida yuzaga keladigan ayrim xususiyatlarini tushuntiradi. Xususan bu model yordamida

neytron yadro bilan to'qnashib, yadroga yutilib gamma-kvantlar chiqishini tushuntiradi. Nuklonlarning yadro ichida nihoyatda katta zichlikka ega bo'lishligi va yadro ta'sirlarining kuchliligi tufayli neytron o'z energiyasini boshqa nuklonlarga beradi, ya'ni izotop hosil bo'ladi, neytron energiyasi yadroda taqsimlanadi. Yadro nuklonlarining tezligi oshadi, uyg'ongan holatga o'tadi. Shuning uchun uyg'ongan yadroni qizdirilgan tomchi deyish mumkin. $T = \frac{E}{k}$ agar nuklon $E \approx 10 \text{ MeV}$ bilan kirs ($10^7 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ erg}$) bo'lsa uyg'ongan yadroning temperaturasi

$$T = \frac{E}{k} = \frac{1,6 \cdot 10^{-5} \text{ erg}}{1,38 \cdot 10^{-16} \text{ erg} \cdot \text{grad}^{-1}} \approx 1,2 \cdot 10^{11} \text{ grad} * \text{ekvivalent}$$

Tomchi modeli yadroning kollektiv harakatini tushuntiradi. Yadro tomchi ichida sirt tebranishlari, siqilishi mumkin bo'lgan modda uchun zichlik tebranishlar bo'lishi mumkin. Yadro tomchi muvozanat holatida R-radiusli sferik shaklga ega bo'ladi. Yadro tomonidan yutilgan nuklonining sferik shaklini buzadi, yadro deformatsiyalanadi. Sirt taranglik yadro shaklini qayta tiklovchi kuch rolini o'ynaydi. Natijada yadro-tomchi sirtida to'lqin uzunligi $\lambda = \frac{R}{l}$ bo'lgan sirt to'lqinlari vujudga keladi (1-tomchi sirtidagi to'lqin do'ngliklarining soni).

Kinetik va potensial energiyalar ifodasidan ($1 \gg 2$) to'lqin chastotasi

$$\omega_l^2 = \frac{4\pi\sigma l^3}{3M}$$

(M-yadro massasi, σ -sirt taranglik ko'effitsienti) $\sigma = 10^{20} \text{ erg/sm}^2$

$$E_0 = 4\pi\sigma R^2 A^{2/3} = U_0 A^{2/3};$$

Yadro tomchi tebranma energiyasi

$$\hbar \omega_1 \approx \left(\frac{U_\sigma}{3MR^2} \right)^{1/2} \hbar I^{3/2}$$

Tomchi modeliga ko'ra yadroning sirt tebranma energiyasini yadroning qo'zg'algan (uyg'ongan) holatlari energiyasi deb qarash mumkin. Hamma juft-juft yadrolar birinchi uyg'ongan holatining xarakteristikasi 2^+ . Birinchi uyg'ongan holatda bir foton, ikkinchisida ikki foton va h.k. Spinlari 1 va 3 bo'lgan holatlar taqiqlangan. 1.1-rasmda yadrolarning tebranma uyg'ongan energiya sathlarining nazariy sxemasi keltirilgan.

N=3	E=3hW	_____	$0^+ 2^+ 3^+ 4^+ 6^+$
N=2	E=2hW	_____	$0^+ 2^+ 4^+$
N=1	E=hW	_____	2^+
N=0	E=0	_____	0^+

1.1-rasm.

Real yadrolar haqiqatdan ham tebranma modelning oldindan tavsiflariga mos spektrga ega.

Tomchi modeliga asosanib, Veytsezekker deyarli bircha yadrolar uchun tajribalarga qanoatlanarli ravishda to'g'ri keladigan yadro bog'lanish energiyasining yarim empirik formulasini yaratdi.

Tomchi modeliga ko'ra izobar yadrolarda β -yemirilishga nisbatan β -turg'unlik shartini va β -yemirilish turlarini ko'rsatish mumkin. Bo'lardan tashqari,

bu model asosida yadrolarning bo'linishini tushuntirish oson. Masalan, yadrodag protonlar Kulon o'zaro ta'sir energiyasining sirt deformatsiyasiga ta'siri Z -ning katta qiymatlarida sezilarli bo'ladi. Agar protonlarning Kulon energiyasi sirt taranglik energiyasidan katta bo'lsa, $\frac{E_{\kappa}}{E_{\sigma}} \geq 2$ shartni qanoatlantiradigan yadro sirt deformatsiyalariga nisbatan barqaror bo'lolmay qoladi va o'z-o'zidan ikki bo'lakka parchalanib ketadi. Yadroning bo'linishiga nisbatan barqarorlik sharti $\frac{Z^2}{A} < 46,52$ tajriba natijalariga mos keladi.

Shunday qilib, tomchi modeli tebranma holatlar, β -yemirilishga nisbatan turg'unlik shartlarini, yadro bog'lanish energiyalarini, yadroning bo'linish shartlarini yaxshi tushuntiradi, lekin magik yadrolar yadroning uyg'ongan holat xossalari tushuntira olmaydi.

2-BOB. IMPULSLARI 3.25 A GEV/c BO'LGAN ^{16}O P VA Dp-

TA'SIRLASHUVLARINI O'RGANISH

2.1. Impulslari 3.25 a gev/c bo'lgan ^{16}O p-ta'sirlashuvlarida ^3H ba ^3He yadrolarining hosil bo'lish o'rtacha ko'pligi va kesimi.

Yuqori energiyali adronlar va yadrolarning yadrolar bilan to'qnashuvlarini tadqiq qilishdagi asosiy muammolardan biri yadrolarning parchalanish mexanizmlarini aniqlashdan iborat. Yadrolar parchalanishi mexanizmlarini o'rganish kuchli o'zarota'sir dinamikasi haqida, yadrolar strukturalari to'xrisida, hamda yadro materiyasining holatlari tenglamalarini aniqlashga imkon beradi. Parchalanish hodisasi o'tgan asr 40-yillarining oxirida kosmik nurlar ustida olib borilgan tajribalar asosida ochilishiga qaramay, ushbu hodisani nazariy va tajribaviy tadqiqot qilish 25 yillardan keyin, ya'ni oxir ionlar tezlatgichlari ishga tushgandan so'ng yanada keng taraqqiy qildi.

fozirgi paytda adron va yadrolarning yadrolar bilan to'qnashuvi keng energetik (0.5–160) A GeV oraliqda hamda birlamchi yadrolarning vodoroddan qo'rxoshinga qadar diapazonlarida tadqiq qilingan. Bu tajribalarning asosiy qismi yadroviy fotoemulsiyalarda bajarilgan bo'lib, ular adronlarning kvark-parton tuzilishiga asoslangan hozirgi zamon modellarining yadrolarda «suyuq-gaz» ko'rinishidagi fazoviy o'tish to'xrisidagi bashoratlarini tekshirishga baxishlangan. Ikkinchi tomondan, yadroviy fotoemulsiya usulida katta statistik material to'plash qiyinligi va ko'pnuklonli parchalarning massalarini aniqlash muammosi tufayli ushbu tajribalarda asosiy e'tibor bir zaryadli zarralarning har xil tavsiflarini

markaziy sohada, nishon sohasida hamda uchuvchi yadro sohasida o'rganishga qaratildi. Elektronik uslub yordamida alohida olingan yadrolar va ularning izotoplari uchun inklyuziv tavsiflar to'xisida qator tajribaviy natijalar mavjud, holbuki jismoniy burchakning juda torligi yadro parchalanishi haqidagi foydali axborotlar imkoniyatini anchagina cheklaydi. Bir so'z bilan aytganda, ushbu tajribalarda ham, yadroviy fotoemulsiya yordamida olib borilgan tajribalarda ham yadrolar parchalanishini ko'plamchi zarralar tuxilishi jarayonlari bilan birgalikda tadqiq qilish imkoniyati yo'q edi.

Hozirgi paytda adronlar va yadrolarning yadrolar bilan yuqori energiyalardagi to'qnashuvlarini tavsiflashga baxishlangan ko'plab yarimmikroskopik va fenomenologik nazariy modellar mavjud. Afsuski ularning hyech biri yadrolarning parchalanishi bo'yicha olingan tajribaviy natijalar majmuasini miqdoriy jihatdan tavsiflay olmaydi. Bunga sabab tajribaviy axborotlarning kamligi, ularning ma'lum bir tizimga keltirilmaganligi va eng asosiysi, ushbu jarayonning murakkab va ko'p poxonali xususiyatga egaligidir.

Yuqorida keltirilgan muammolardan kelib chiqib yadrolar parchalanishini katta statistik materiallarda, ko'plamchi zarralar tuxilishi jarayonlari bilan birgalikda, jami ikkilamchi zarralarni va parchalarni massa va zaryad jihatidan aniqlash va to'liq geometriya sharoitida tadqiq qilish imkonini beruvchi usul yordamida o'rganish katta qiziqish uyxotadi. Bularning hammasi pirovard natijada yadrolar parchalanish mexanizmlarini aniqlashga va ularning ko'plamchi zarralar tuxilish mexanizmlari bilan o'zaro boxliqligi yoki boxliq emasligi to'xisida keng

axborot olishga imkon beradi. Bu esa yuqori energiyalarda adronlar va yadrolarning yadrolar bilan to'qnashuvida vujudga keluvchi o'zaro kuchli ta'sir haqidagi bizning tushunish doiramizni yanada kengaytiradi.

Ishning maqsadi 3.25 A GeV/c impulsli kislorod yadrolarining protonlar bilan o'zarota'sirlarida parchalanishini kompleks tadqiq qilish hamda fragmentlar hosil bo'lish mexanizmlarini aniqlashdan iborat.

mu'yilgan maqsadga erishi uchun quyidagi vazifalar amalga oshirildi:

- 3.25 A GeV/c impulsli kislorod yadrolarining protonlar bilan to'qnashuvlari bo'yicha yangi statistik material – voqyealar sonini 2500 taga ko'paytirish va umumiy statistikani 13500 taga yetkazish;
- 3.25 A GeV/c impulsli ^{16}O -to'qnashuvlarida hosil bo'luvchi massa sonlari $A=2$ va 3 ga teng bo'lgan yengil yadrolar tuxulishi qonuniyatlarini tadqiq qilish va tuxilish mexanizmlarini aniqlash;
- 3.25 A GeV/c impulsli ^{16}O -to'qnashuvlarida fragmentlar hosil bo'lishining asosiy mexanizmlari va qonuniyatlarini o'rganish, geliy-4 yadrosi hosil bo'lishida noturxun ^8V e va ^9V yadrolarining hamda uyxotilgan uglerod-12 yadrolarining hissalarini hisoblash imkonini beruvchi fenomenologik modellarni yaratish;
- 3.25 A GeV/c impulsli ^{16}O -to'qnashuvlarida zaryadi 1 dan 8 gacha bo'lgan turxun va noturxun izotoplarning tug'ilish ko'ndalang kesimlarini aniqlash;

2.2. ^{16}O -to'qnashuvlarida massa soni $A_f \leq 3$ bo'lgan yengil fragmentlarni ajratish

Yengil fragmentlarni ajratish o'ziga xos bo'lgan tajribaviy muammolarga ega.

Ilk bor to'la geometrik sharoitda 3.25 A GeV/c impulsli ^{16}O -to'qnashuvlarda deytron, ^3N va ^3Ne «oynaviy» yadrolarning inklyuziv hosil bo'lishlari tadqiq qilindi. Ularning kislorod yadrosi tinch holat sistemasidagi impuls taqsimotining $0.40 < r < 0.55$ GeV/c sohasida «yelka» kuzatildi va bu holatni kaskad nuklonlarining birlashuv mexanizmi, nisbatan tezkor yengil parchalarning yemirilishi va, yoinki ularni proton-nishonning kislorod yadrosidan to'xridan to'xri kvazielastik urib chiqarishi bilan boxlash mumkin. Birlashuv (koalessensii) modeli yengil yadrolar – ^2N , ^3N i ^3Ne energetik spektrini $T > 75$ MeV kinetik energiya sohasida muvaffaqiyatli tavsiflaydi. Ushbu yadrolarning burchak taqsimotlari tahlili asosida yemiriluvchi yadro-qoldiq-ning burchak momentiga egaligi ko'rsatildi.

Ilk marotaba 3.25 A GeV/c dagi ^{16}O -to'qnashuvlarda ^3N i ^3Ne «oynaviy» yadrolar o'xshash fizik sharoitlarda hosil bo'lishi va bunda proton-nishon va dastlabki yadro orasida kechuvchi zaryad almashinuv jarayonlari hych qanday ta'sir etmasligi ko'rsatildi.

To'liq geometriya sharoitida 3.25 A GeV/c dagi ^{16}O -to'qnashuvlarida geliy-4 yadrolari hosil bo'lishi tadqiq qilindi, noturxun ^5Li , ^8He , ^9Li yadrolar va uyxotilgan $^{12}\text{S}^*$ yadrolarining α -zarrachalar inklyuziv ko'ndalang kesimiga qo'shgan hissalarini aniqlandi. Tez ($T \geq 120$ MeV) α -zarra-chalarning energetik

taqsimotini birlashuv modeli qoniqarli tavsiflashi ko'rsatildi.

3.25 A GeV/c impulsli ^{16}O -to'qnashuvlarida ilk bor zaryadi 1dan 8gacha bo'lgan turxun va noturxun izotoplarning ko'ndalang kesimlari topildi. Massa sonlari asosiy massa soni ($A=2Z$) dan $\Delta A=q1$ ga farq qiluvchi turxun va noturxun izotoplar ko'ndalang kesimlari bir-biriga tengligi ko'rsatildi. Ushbu qonuniyatning o'ta periferik to'qnashuvlarda hosil bo'luvchi ^{15}N va ^{15}O izotoplari uchun ham bajarilishi kuzatildi.

3.25 A GeV/c impulsli ^{16}O -to'qnashuvlarida uyxotilgan $^{12}\text{S}^*$ yadrolari yemirilishining 3ta α -zarrachalar hosil bo'lish kanaliga qo'shgan hissasi 30 foizligi ilk bor ko'rsatildi. Ushbu kanalning qolgan 70 foizi bevosita fermi-yemirilish yoki kuchsiz boxlangan 3ta α -zarrachali qoldiqdan bitta α -klasterni kvazielastik urib chiqarilishi nati-jasida hosil bo'lishi mumkinligi to'xrisida xulosa qilindi.

Kaskadli parchalanish va buxlanish modeli yengil yadrolar – ^2N , ^3N va ^3Ne hosil bo'lishi to'xrisidagi tajriba ma'lumotlari (ko'plamchilik, impuls taqsimotlari va ko'plamchilikning boshqa turdagi parchalar chiqishi bilan o'zaro boxliqligi)ni tavsiflay olmaydi. Yengil parchalar hosil bo'lishining realistik kartinasini yaratish uchun yuqori energiyali adron-yadro to'qnashuvlarida buxlanish mexanizmini (hatto yengil yadro ^{16}O uchun ham), kaskadli nuklonlarning birlashuv mexanizmini, hamda yengil yadrolarning α -klasterli strukturasi hisobga olish kerakligi ko'rsatildi. Bundan tashqari parchlanuvchi yadroning burchak momentiga ega bo'lishligini hisobga olish zarurligi ta'kidlandi.

1 metrli vodorodli pufakchali kameraning asosiy tavsifi, birlamchi yadrolar

dastasi hamda suratli axborotlar uslubi to'xrisida qiqacha ma'lumotlar keltirilgan. U yerda 2 metrli propanli va 30 dyuymli vodorod-neonli pufakchali kameralarda olingan tajribaviy materiallarning qisqacha tavsifi ham keltirilgan.

Stereosuratlar tahminan kameralardagi haqiqiy o'lchamlarga yaqin tasvir beruvchi proyeksiyalovchi stollarda qaraldi. Zaryadli zarrachalar soni $n_{ch} \geq 3$ bo'lgan «yulduzlar» uchun ko'ruv samaradorligi 100 foizga yaqin, ikki nurli «yulduzlar» uchun bu kattalik 90 foizni tashkil qildi.

Protonlar bilan π^+ -mezonlarni farqlash ko'ruv yordamida hamda ularning impulslerini e'tiborga olgan holda amalga oshirildi: DTPK-500 uchun impuls chegarasi $r < 750 \text{ MeV/c}$, VPK-100 va NVPK-30 – $r < 1.25 \text{ GeV/s}$.

Hodisalarni o'lchash EXMga bevosita ulangan yarim avtomatik qurilmalarda amalga oshirildi.

Protonlarning impulslerini o'lchashlardagi o'rtacha nisbiy xaoliklar DTPK-500 uchun $(5.0 \pm 0.3)\%$ va NVPK-30 uchun $(5.4 \pm 0.3)\%$ ga teng.

VPK-100 ishchi hajmida izlarining proyeksiyalari uzunligi $L > 40 \text{ sm}$ bo'lgan parchalar uchun impulsni o'lchashdagi o'rtacha nisbiy xatolik barcha parchalar va zarrachalar uchun 3.5% dan oshmadi va bu parchalarning zaryadini va massasini ($A \leq 9$ izotoplar uchun) juda ishonchli aniqlash imkonini berdi. Parchalarning XOOU tekisligidagi azimutal burchagini o'lchashdagi o'rtacha mutlaq xatolik $\langle \Delta\beta \rangle = (0.60 \pm 0.01) \text{ mrad}$ ga teng chiqdi, chuqurlik burchagini o'lchashdagi o'rtacha mutlaq xatolik – $\langle \Delta\alpha \rangle = (1.50 \pm 0.02) \text{ mrad}$.

O'lchangan hodisalarning birlamchi impuls va turlar bo'yicha statistikasi 2.1-jadvalda keltirilgan.

Shuni ta'kidlash lozimki, ko'rilayotgan hodisalardan barcha elastik va kogerent voqyealar chiqarib tashlangan.

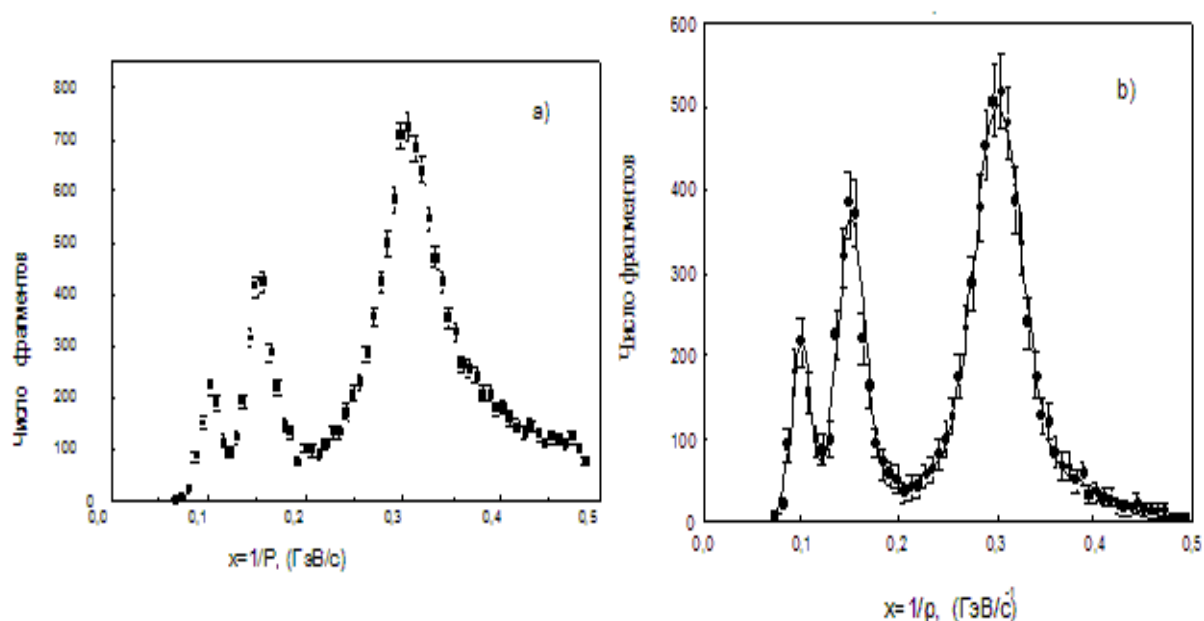
2.1-jadvalda bir zaryadli fragmentlarning ulushi keltirilgan.

2.1-jadval

^{16}O -ta'sirlashuvlarida birzaryadli va ikkizaryadli (% da) izotoplarning chiqishi

Fragment zaryadi,	A, izotopning massa soni	W, izotop chiqish	Statistik chetlanish, ΔW
1	^1H	67.7	0.6
	^2H	22.9	
	^3H	9.4	
2	^3Hye	19.8	0.9
	^4Hye	79.7	
	^6Hye	<0.5	

Spektrdan ko'rinib turiptiki, turli xil massali izotoplar yaxshi ajraladi.



2.1- rasm. $x=1/p$ bo'yicha bir zaryadli musbat zarralar taqsimoti; a) hamma zarralar uchun; b) $\theta < 3.56^\circ$ zarralar uchun, $R_\perp(r) < 200$ MeV/c ga mos keladi. Chiziqlar –Gauss funksiyasi yig'indilari bo'yicha taqsimot natijalari.

2.3. dp-ta'sirlashuvlarida protonlarning hosil bo'lish mexanizmi

Bugungi kunda dolzarb muommalardan biri yuqori energiyali adron-yadro to'qnashuvlarida yadrolarning fragmentatsiya mexanizmlarini o'rnatish hisoblanadi. Bu narsa tajriba tadqiqotlari va tadqiqotlarida turli xil fragmentlarning hosil bo'lish qonuniyatlarini izlash bilan bog'liq.

Yuqori energiyali adronlar va yadrolarning yadrolar bilan to'qnashuvlarini tadqiq qilishdagi asosiy muammolardan biri yadrolarning parchalanish mexanizmlarini aniqlashdan iborat. Yadrolar parchalanishi mexanizmlarini o'rganish kuchli o'zarota'sir dinamikasi haqida, yadrolar strukturalari to'risida, hamda yadro materiyasining holatlari tenglamalarini aniqlashga imkon beradi. Parchalanish hodisasi o'tgan asr 40-yillarining oxirida kosmik nurlar ustida olib borilgan tajribalar asosida ochilishiga qaramay, ushbu hodisani nazariy va tajribaviy tadqiqot qilish 25 yillardan keyin, ya'ni og'ir ionlar tezlatgichlari ishga tushgandan so'ng yanada keng taraqqiy qildi.

Hozirgi paytda adron va yadrolarning yadrolar bilan to'qnashuvi keng energetik (0.5–160) A GeV oraliqda hamda birlamchi yadrolarning vodoroddan qo'r/o'shinga qadar diapazonlarida tadqiq qilingan. Bu tajribalarning asosiy qismi yadroviy fotoemulsiyalarda bajarilgan bo'lib, ular adronlarning kvark-parton tuzilishiga asoslangan hozirgi zamon modellarining yadrolarda «suyuq-gaz» ko'rinishidagi fazoviy o'tish to'g'risidagi bashoratlarini tekshirishga bag'ishlangan. Ikkinchi tomondan, yadroviy fotoemulsiya usulida katta statistik material to'plash qiyinligi va ko'pnuklonli parchalarning massalarini aniqlash

muammosi tufayli ushbu tajribalarda asosiy e'tibor bir zaryadli zarralarning har xil tavsiflarini markaziy sohada, nishon sohasida hamda uchuvchi yadro sohasida o'rganishga qaratildi. Elektronik uslub yordamida alohida olingan yadrolar va ularning izotoplari uchun inklyuziv tavsiflar to'g'risida qator tajribaviy natijalar mavjud, holbuki jismoniy burchakning juda torligi yadro parchalanishi haqidagi foydali axborotlar imkoniyatini anchagina cheklaydi. Bir so'z bilan aytganda, ushbu tajribalarda ham, yadroviy fotoemulsiya yordamida olib borilgan tajribalarda ham yadrolar parchalanishini ko'plamchi zarralar tug'ilishi jarayonlari bilan birgalikda tadqiq qilish imkoniyati yo'q edi.

Hozirgi paytda adronlar va yadrolarning yadrolar bilan yuqori energiyalardagi to'qnashuvlarini tavsiflashga bag'ishlangan ko'plab yarimmikroskopik va fenomenologik nazariy modellar mavjud. Afsuski ularning hech biri yadrolarning parchalanishi bo'yicha olingan tajribaviy natijalar majmuasini miqdoriy jihatdan tavsiflay olmaydi. Bunga sabab tajribaviy axborotlarning kamligi, ularning ma'lum bir tizimga keltirilmaganligi va eng asosiysi, ushbu jarayonning murakkab va ko'p pog'onali xususiyatga egaligidir.

Yuqorida keltirilgan muammolardan kelib chiqib yadrolar parchalanishini katta statistik materiallarda, ko'plamchi zarralar tug'ilishi jarayonlari bilan birgalikda, jami ikkilamchi zarralarni va parchalarni massa va zaryad jihatidan aniqlash va to'liq geometriya sharoitida tadqiq qilish imkonini beruvchi usul yordamida o'rganish katta qiziqish uyg'otadi. Bularning hammasi pirovard natijada yadrolar parchalanish mexanizmlarini aniqlashga va ularning ko'plamchi zarralar

tu/ilish mexanizmlari bilan o'zaro bog'liqligi yoki bog'liq emasligi to'g'risida keng axborot olishga imkon beradi. Bu esa yuqori energiyalarda adronlar va yadrolarning yadrolar bilan to'qnashuvida vujudga keluvchi o'zaro kuchli ta'sir haqidagi bizning tushunish doiramizni yanada kengaytiradi.

Ishda 3.25 A GeV/c impulsli deyteriy yadrolarining protonlar bilan o'zarota'sirlarida parchalanishini kompleks tadqiq qilinadi.

3.25 A GeV/c impulsli ^{16}dp -to'qnashuvlarida hosil bo'luvchi massa sonlari $A=1$ ga teng bo'lgan yengil yadro tugulishi qonuniyatlarini tadqiq qilish va tugilish mexanizmlarini aniqlash.

Ilk bor to'la geometrik sharoitda 3.25 A GeV/c impulsli ^{16}dp -to'qnashuvlarda deytron, ^3N va ^3Ne «oynaviy» yadrolarning inklyuziv hosil bo'lishlari tadqiq qilindi. Ularning kislorod yadrosi tinch holat sistemasidagi impuls taqsimotining $0.40 < r < 0.55$ GeV/c soha-sida «elka» kuzatildi va bu holatni kaskad nuklonlarining birlashuv mexanizmi, nisbatan tezkor yengil parchalarning emirilishi va, yoiniki ularni proton-nishonning kislorod yadrosidan to'g'ridan to'g'ri kvazielastik urib chiqarishi bilan bo'lash mumkin. Birlashuv (koalecsensii) modeli yengil yadrolar – ^2N , ^3N i ^3Ne energetik spektrini $T > 75$ MeV kinetik energiya sohasida muvaffaqiyatli tavsiflaydi. Ushbu yadrolarning burchak taqsimotlari tahlili asosida emiriluvchi yadro-qoldiq-ning burchak momentiga egaligi ko'rsatildi.

Ilk marotaba 3.25 A GeV/c dagi ^{16}Op -to'qnashuvlarda ^3N i ^3Ne «oynaviy» yadrolar o'xshash fizik sharoitlarda hosil bo'lishi va bunda proton-nishon va

dastlabki yadro orasida kechuvchi zaryad almashinuv jarayonlari hech qanday ta'sir etmasligi ko'rsatildi.

To'liq geometriya sharoitida 3.25 A GeV/c dagi 16Op-to'qnashuvlarida geliy-4 yadrolari hosil bo'lishi tadqiq qilindi, notur/un ^5Li , ^8Ve , ^9V yadrolar va uy/otilgan $^{12}\text{S}^*$ yadrolarining α -zarrachalar inklyuziv ko'nda-lang kesimiga qo'shgan hissalarini aniqlandi. Tez ($T \geq 120$ MeV) α -zarra-chalarning energetik taqsimotini birlashuv modeli qoniqarli tavsiflashi ko'rsatildi.

3.25 A GeV/c impulsli 16Op-to'qnashuvlarida parchalanishi to'g'risidagi ma'lumotlarni kaskadli parchalanish va bu/lanish modeli bashoratlari bilan tizimli taqqoslash natijalari. Yadrolar parchalanishi haqidagi realistik kartinani yaratish uchun yuqori energiyali adron-yadro to'qnashuvlarida bu/lanish mexanizmini (hatto yengil yadro ^{16}O uchun ham), kaskadli nuklonlarning birlashuv mexanizmini, hamda yengil yadrolarning α -klasterli strukturasi hisobga olish lozimligi to'g'risidagi xulosa. Bundan tashqari parchlanuvchi yadroning burchak momentiga ega bo'lishligini hisobga olish zarurligi haqidagi natija.

2.4. 3,33 GeV/c impulsdagi dp-o'zaro ta'sirda dibarion xolatlar tadqiqoti

Ish 3,33 GeV/c impulsli eksponirlangan deytron yadrosi oqimida, 100 sm.li vodorod pufakchali kamera yordamida bajarilgan.

Eksperimental materiallar 2 ta ma'lumotlar to'plamidan iborat: - 70 yillarda qutblanmagan oqimda olingan dp-o'zarota'sir ma'lumotlari;

- qutblangan oqimda olingan ma'lumotlar.

Jarayonlar skanerlaydigan HPD avtomati yordamida o'rganilgan. Matematik xisoblashlar maxsus yuqori avtomatlashtirilgan EVM CDC programmasi yordamida bajarildi.

d^1p -o'zaro ta'sirning metodik tahlili shuni ko'rsatdiki, dp -o'zaro ta'sirning har ikkala ma'lumotlar to'plamini asosiy xarakteristikalarini bo'yicha umumlashtirdi.

$d(d^1)p$ -o'zarota'sir natijalarida umumiy xodisalar soni 114696 tani tashkil etadi.

Jismdagi ikki nuklonli rezonansni fizik tahlil uchun qidirishda 2 ta kanal tanlab olingan edi.

$$dp \rightarrow \pi n \quad 47298 \text{ xodisa} \quad (2.1)$$

$$dp \rightarrow \pi n \quad 24124 \text{ xodisa} \quad (2.2)$$

nishon protoni zaryad xolatining o'zgarishi (2.1) deytron bo'linishi reaksiyasida ko'rinib turibdi. Xodisalar to'plamida eng tez zarracha neytron xisoblanadi (deytronga bog'langan sanoq sistemasida) va qayta zaryadlanuvchi, qolganlari to'g'ridan-to'g'ri bo'linish deyiladi. Bunday bo'linish qo'llangandan keyin:

$$39375 \text{ xodisa to'g'ridan-to'g'ri bo'linishda } dp \rightarrow (\pi n) p$$

$$7923 \text{ xodisa qayta zaryadlashda } dp \rightarrow (\pi p) n$$

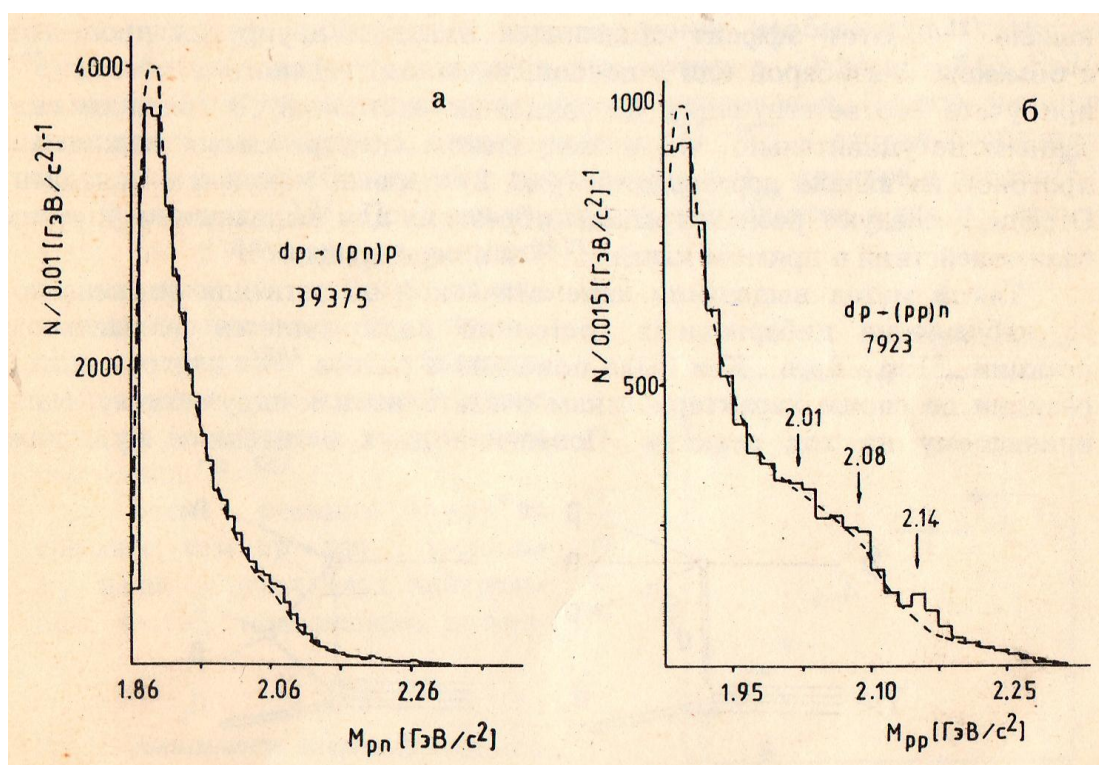
Qo'llanilgan tadqiqot metodi: Tezlatilgan yadrolar dastasi va 4π -geometriya amalda bu reaksiyalar to'g'risida ma'lumotlarni yo'qotishlarsiz olish mumkin. Reaksiya to'g'risida batafsil ishlardan topish mumkin.

Oldin (2.1) va (2.2) jarayonlarda ikki nuklonning effektiv massa spektrida

kuzatilgan ikki signalni tahlil qilishdan oldin kinematik oblastdan 2 nuklonli sistemani ajralib chiqish prosedurani ko'proq kuzatilishini isbotlashni xoxladik.

(2.1) reaksiya vaqtida yetakchi nuklon ishtirokidagi kombinatsiyani xisobga bermaymiz, ya'ni, bundan keyin so'z yadroning tinchlikdagi sistemasida bir juft sekinlashgan nuklonlar xaqida boradi. To'g'ridan-to'g'ri bo'linish np kombinatsiya beriladi. Xuddi ikki proton qayta zaryadlanish xodisasi kabi.

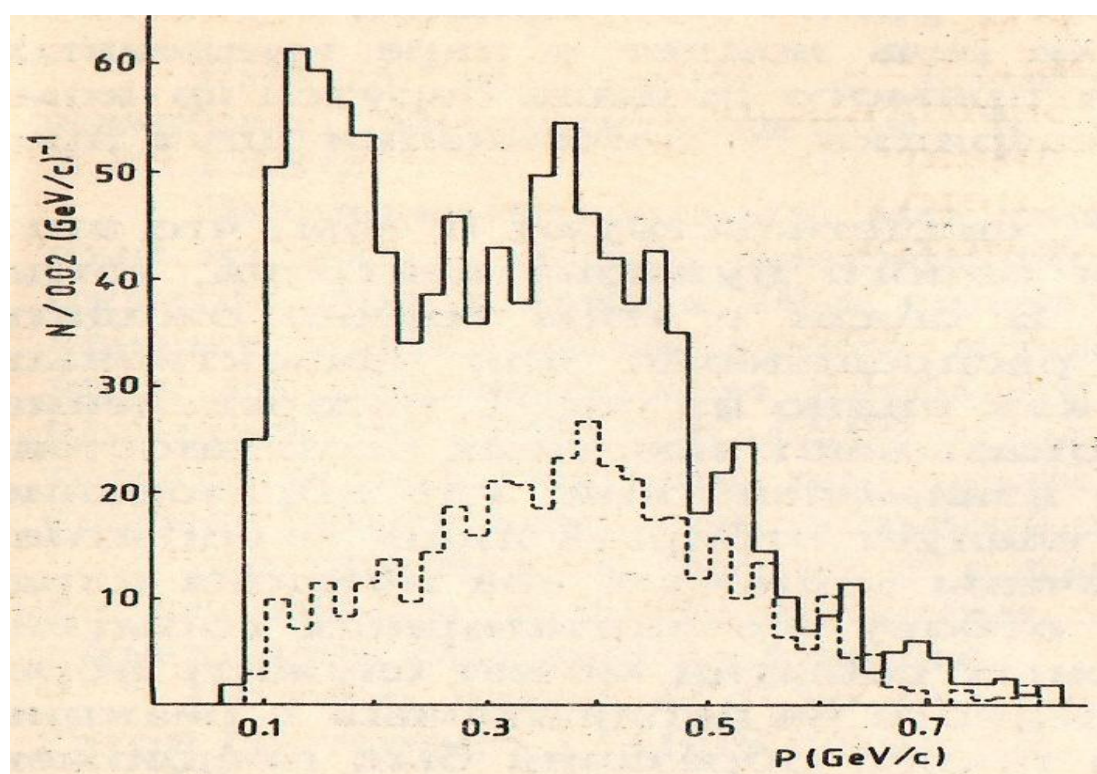
.dp – ppn reaksiyasi ma'lumotlari shundan dalolat beradiki, bu jarayon asosan deytron bitta nukloni bilan sodir bo'ladi. Boshqalari spektator xisoblanadi. Buning natijasida ikki nuklonning effektiv massasi uchun silliq taqsimotda sezilarli og'ishlarni kuzatish qiyin. Xaqiqatan ham 2.1-rasmda effektiv massaning taqsimlanishida np va pp juftlik sezilarli ahamiyat kasb etmagan.



2.2-rasm. Ikki sekin nuklonlarning effektiv massasi spektri. a) to'g'ridan-to'g'ri b) qayta zaryad kanali.

Shu sababli o'zaro ta'sir sinfini tanlash, qayerdagi, dibarion sistema xosil bo'lish ehtimolligi yuqoriroq, faqat xodisaga tegishli o'zaro ta'sirda minimal ikki yadro nukkloni jalb qilinadi. Deytronda bu spektatorsiz xodisalarni tanlab olishga muvofiq.

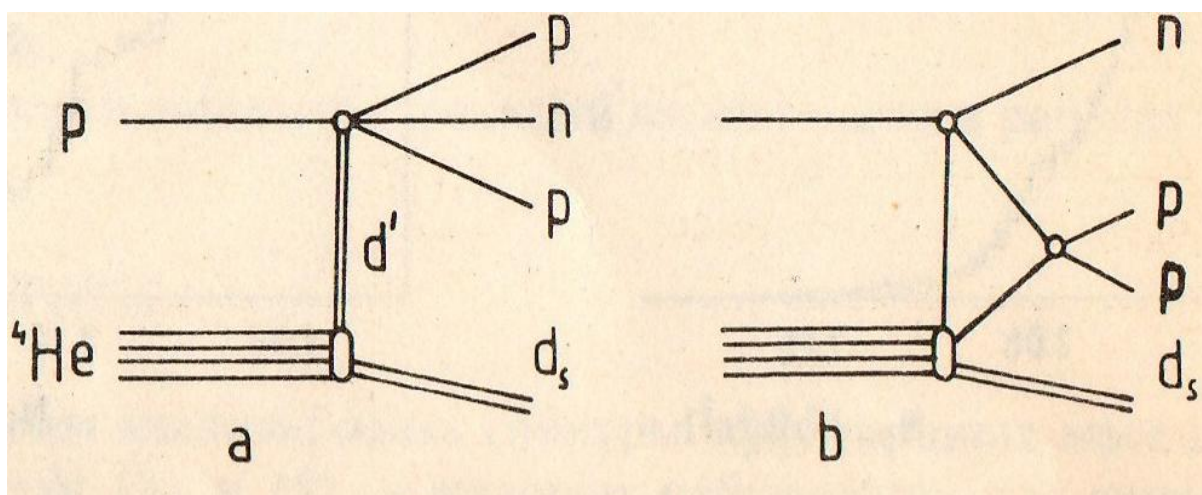
Spektatorsiz xodisalarni ajratish metodi, reaksiyada kuzatilishi mumkin bo'lgan eng sekin nuklonlarni impulsi bo'yicha kesishga xizmat qiladi. Bunday qirqish usullaridan birida taklif qilingan noelastik xodisalarda virtual π -mezonlar tug'ilishi va yutilishi bilan ajratilgan. Noelastik xodisalarda eng sekin nuklonlarning impuls bo'yicha taqsimoti 2-rasmda tasvirlangan. Uzluksiz chiziq to'g'ridan-to'g'ri kanal uchun (punktir) qayta zaryad uchun. To'g'ridan-to'g'ri kanal uchun $[p]=200$ Mev/s da ikkita maksimum yaxshi ajralgan.



2.3-rasm. Deytronning tinchlikdagi sistemasida eng sekin nuklonlarning impuls bo'yicha taqsimoti(____) to'g'ridan-to'g'ri kanal uchun, (-----) qayta zaryad kanali uchun xodisalar π -mezonlar yutilish oblastidan olingan.

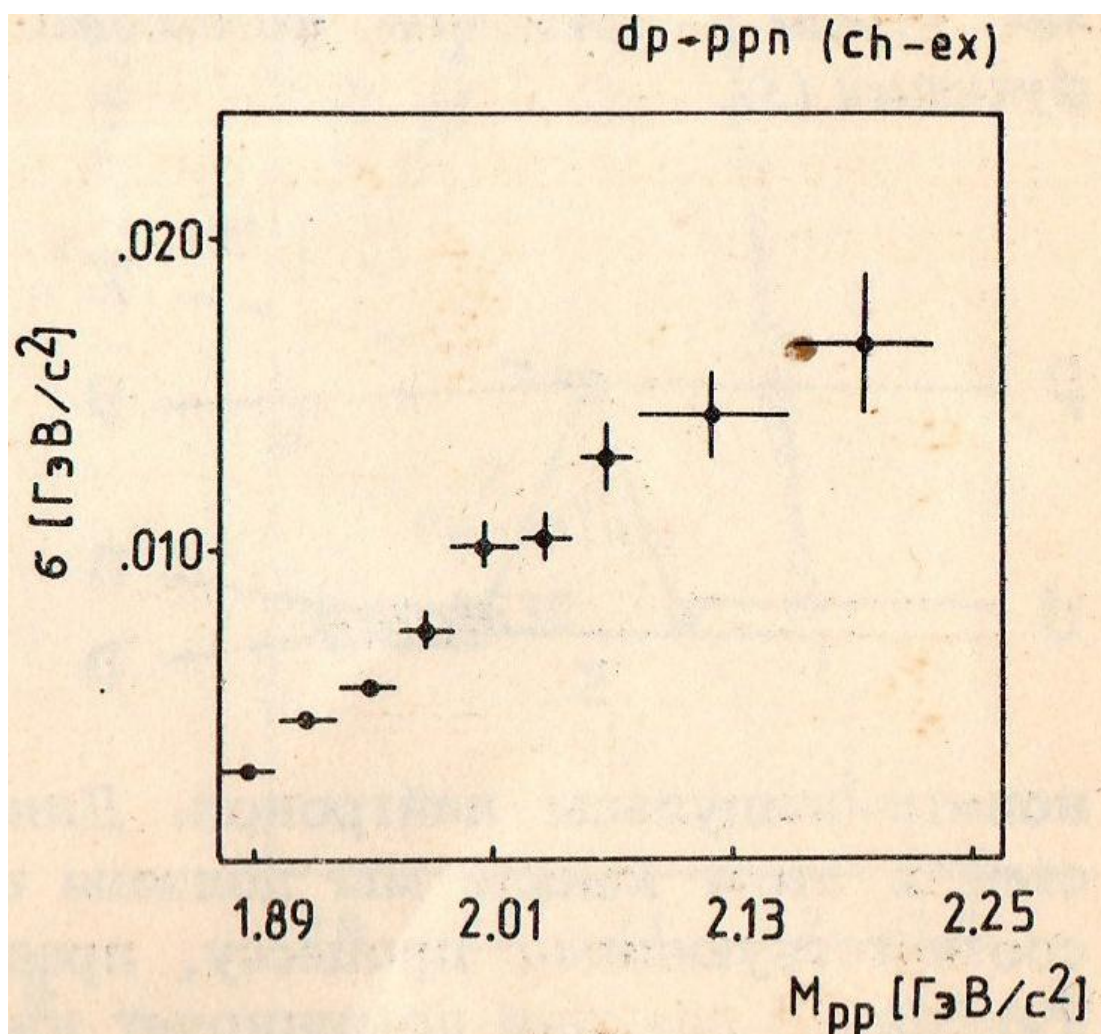
Ulardan biri noelastik o'zaro ta'sir, ikkinchisi π -mezon yutilishi natijasida ajralib chiqadi. Keyingi ishlarda $dp - ppn$ reaksiyani o'rganish qayta zaryad reaksiyasining yuqori impulsli qismida, to'g'ridan-to'g'ri kanalga nisbatan ko'proq. Bu effekt noelastik jarayonlarni izobaralar almashinishi yoki virtual π -mezonlar yutilishini ulushi bo'yicha tushuntiradi. Ya'ni mos ravishda izospin xolatini hisobga olgan holda. Qayta zaryadlanish kanalidan eng sekin protonlar impuls spektrida birinchi maksimum. 2.3-rasm. Bu yerda to'g'ridan-to'g'ri va qayta zaryad kanalida turli qirqim chegaralarini kuzatish mumkin.

Bu metod dibarion ${}^4\text{He} - dppn$ reaksiya mexanizmini kuzatish qulay. Ishda bu reaksiyada deytron o'zining xarakteristikalarini bo'yicha yadro-qoldiqqa yaqin bo'lib, reaksiyaga kam ta'sir ko'rsatadi. ${}^4\text{He}$ qolgan ikki nukloni 2.4 b-rasm diagrammaga mos ravishda kvazideytron mexanizmi (2.4a-rasm) xissa qo'shishadi. Aynan mana shu o'zaro ta'sir ikki proton effektiv massasi spektrida doimiy kuzatilmasligi ishda dibarion xolatlarga nomzod sifatida ko'rib chiqilgan.



2.4-rasm. a) deytronlar almashinuv diagrammasi va b) ${}^4\text{He}$ yadroning ikki individual nuklonlari o'zaro ta'siri diagrammasi.

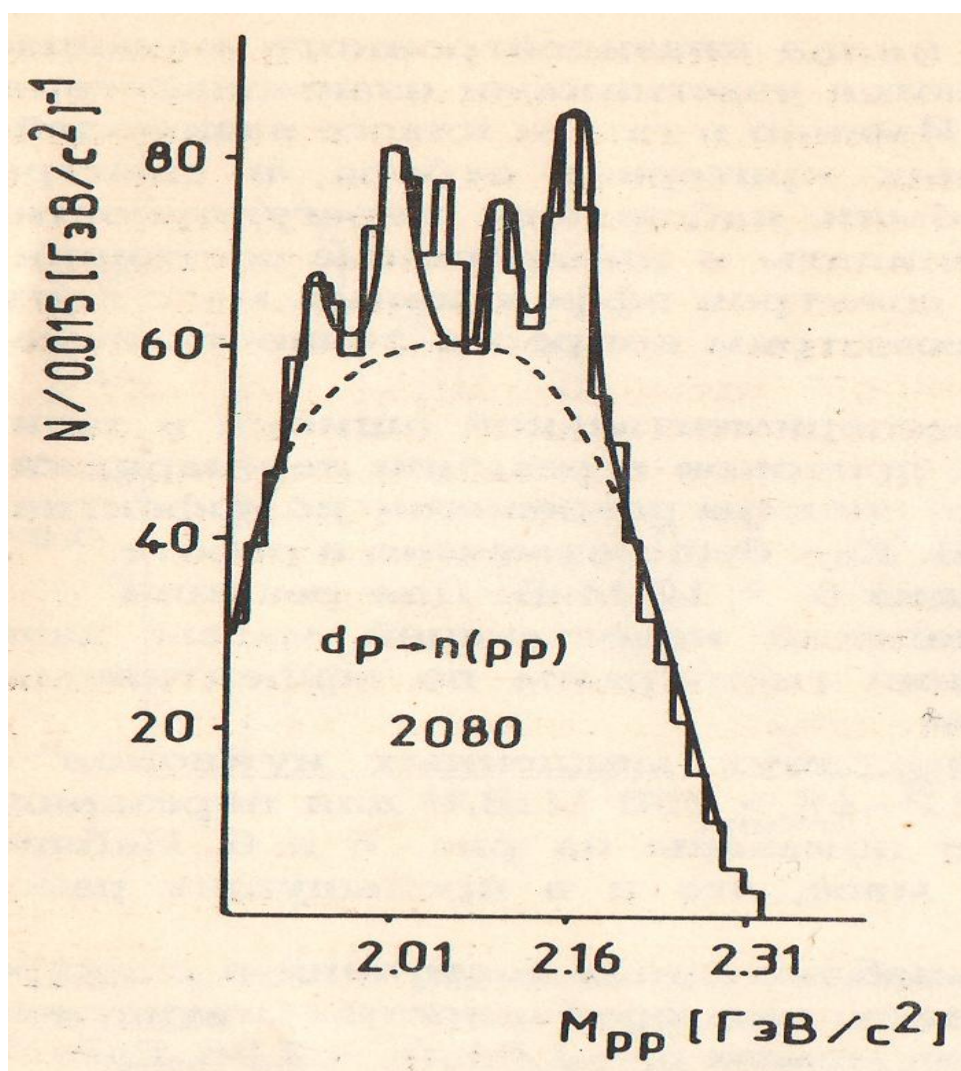
Oldin ko'rib chiqilgan (2.1) va (2.2) reaksiyada ikki proton effektiv massasi spektri o'lchash aniqligini ko'rib chiqamiz. 2.5-rasmda qayta zaryadlanish reaksiyasi ikki protonning effektiv massasiga bog'liq eksperimental xatolik ko'rsatilgan bizni qiziqtirgan spektr soxasida effektiv massa M_{Tr} 10-15 Mev ekanligi ko'rinib turibdi.



2.5-rasm. Qayta zaryad reaksiyasida ikki proton effektiv massasining eksperimental xatolika bog'liqligi.

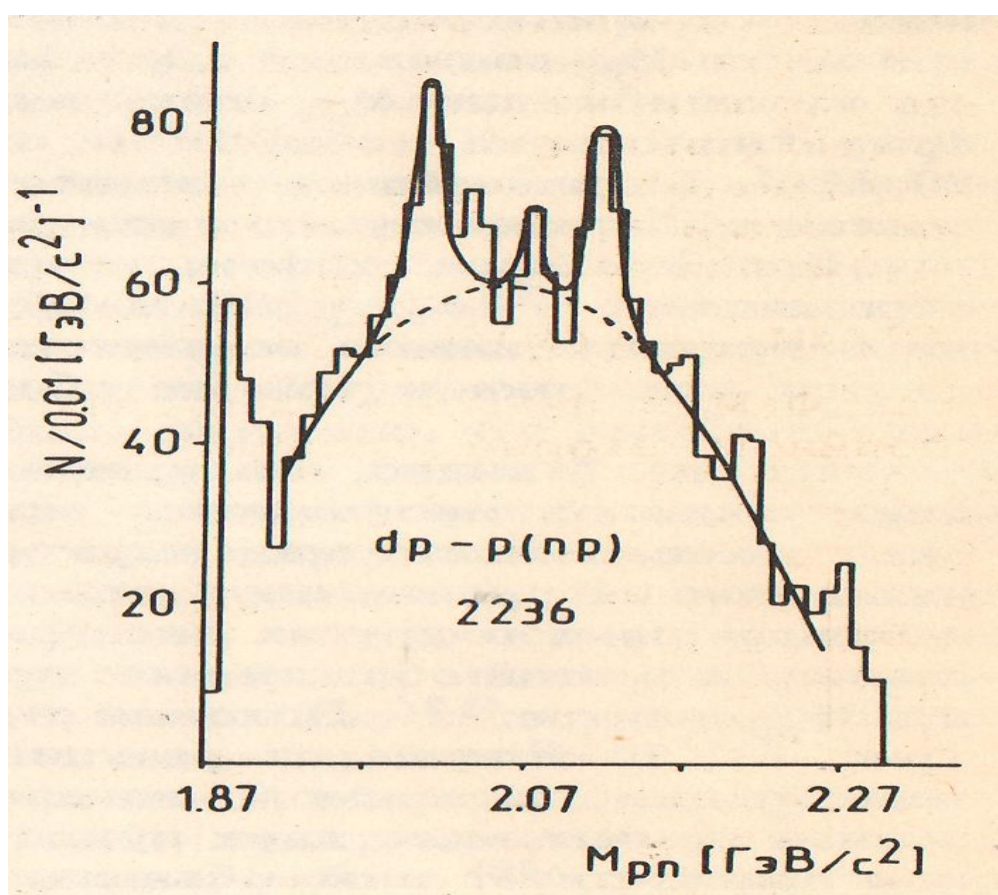
Ishda takidlanganidek bu M_{pn} -spektr uchun 5-10 Mev taritbdagi xatolikdir. $.dp - p\pi^+(nn)$ reaksiya uchun yetishmayotgan massa aniqligi 20 Mev. Effektiv massa gistogrammsini ko'rishning keyingi qadamlarida xisobga olamiz.

Ikki sekin protonlar effektiv massasi taqsimoti $p-s \geq 350$ Mev/s qirqimlari qayta zaryad va to'g'ridan-to'g'ri kanal reaksiyalari 2.6 va 2.7-rasmlarda ko'rsatilgan.



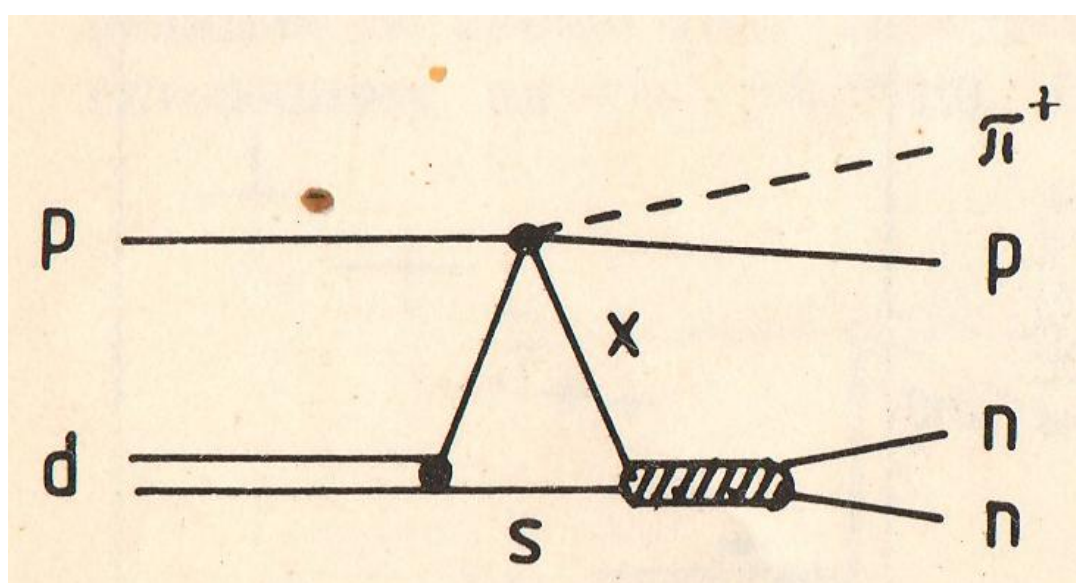
2.6-rasm. Ikki protonning qayta zaryad kanalida effektiv massa bo'yicha taqsimoti. Har ikki nuklon impulsi 200 Mev/c. Gistogramma – eksperimental natija. Silliqlik chiziqli funktsiya fitirovkasi natijasi.

Keyingi ishlarda xuddi o'sha oblastda 2 ta cho'qqi kuzatiladi. 2.6-rasmdan ko'rinadiki, kuzatilgan xolatdan tashqari 2 nuklon spektrida yana 2 ta nozik cho'qqi xosil bo'ladi. 1,94 va 2,08 Gev/c massada maksimumlar ehtimoliy darajasi 2 ta standart chetlashishga ega. Birinchisi xolatda ishlarda boshqasi M_{pn} – spektri ishlarda kuzatilgan, M_{pr} – spektr ishda. M_{pn} - spektrga o'xshash struktura 6-rasmda kuzatiladi.



2.7-rasm. Har ikki nuklonning impulslari 350 Mev/c bo'lgan xolatda to'g'ridan-to'g'ri kanalda proton-neytron juftlikning effektiv massa bo'yicha taqsimoti. Gistogramma eksperimental natija. Yaxlit to'g'ri chiziq – funksiya futirovkasi natijalari.

Qayta zaryad reaksiyasining to'g'ridan-to'g'ri kanal reaksiyasidan farqi shundaki, oxirgi xolatda neytron va proton o'zaro ta'sirini tushuntiruvchi ikki nuklon massalari yigindisi yaqinida cho'qqi mavjud emas. $Dp - p\pi^+nn$ reaksiya tahlili, dp - ppn reaksiya tahliliga nisbatan murakkabroq. Neytron impulsini qayta tiklash mumkin emas. 2.8-rasmda ikki neytronli xolatni izlash uchun bu kanaldagi ma'lumotlarni ko'paytirib tasvirlagan.



2.8-rasm. $dp - p\pi^+nn$ reaksiya uchun bo'lishi mumkin bo'lgan jarayonlardan biri diagrammasi.

Reaksiyada kvazinuklon mexanizmi ustun bo'lgan jarayonlar kam extimolli. Bir boskichli o'zaro ta'sirni olish uchun ishda berilgan kriteriydan foydalanamiz.

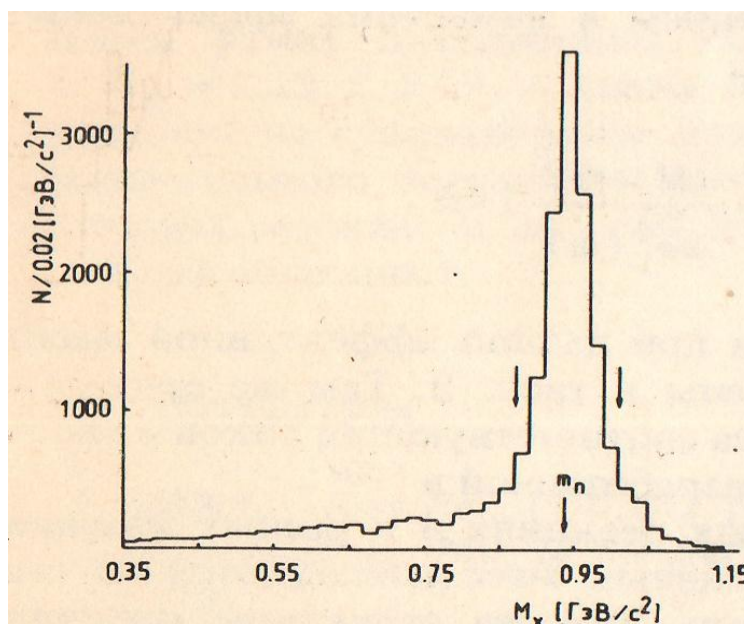
1.Kvazielastik xodisalar fonini kamaytirish uchun 300 Mev/c impulsli protonlar o'zaro ta'siri imkon bermaydi.

2. Kvazi ikkizarrali reaksiya dibarion xosil bo'lish ehtimolligini xisobga olsak, tahlil qilishda yetishmayotgan massa, proton va neytron massa markazi sistemasda orqaga uchadi.

3. faol M_x nuklon katta impulsdagi xolatlarini boyitish uchun, xisoblanagan tahminlarga ko'ra, neytronlarda biri spektator.

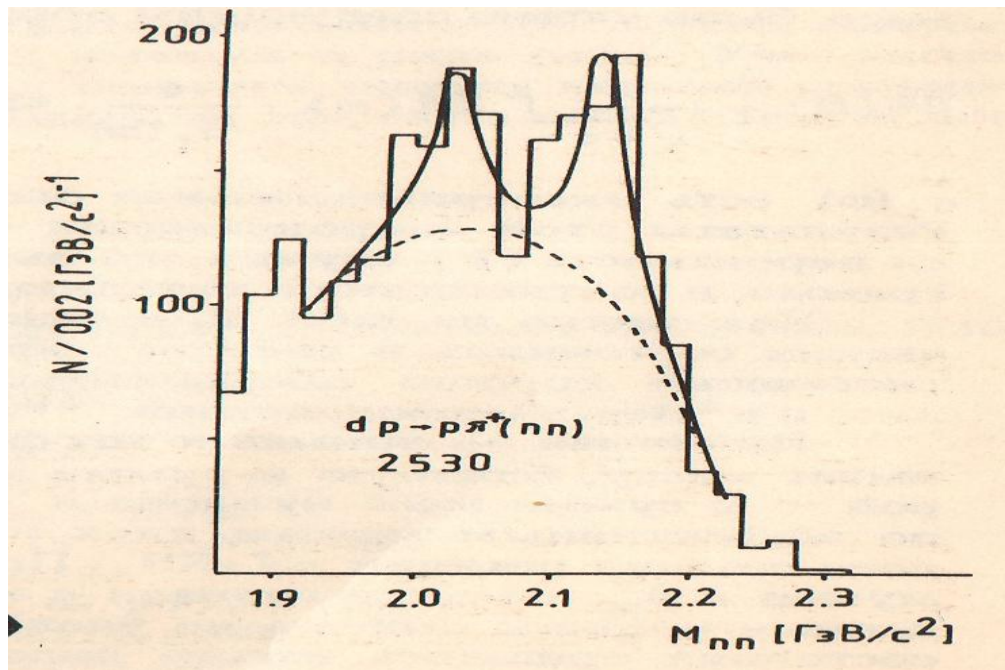
$$M_x^2 = M_{\text{miss}}^2 - 2 M_{\text{miss}} M_n + M_n^2$$

$\mathcal{P}_s = (M_n, 0)$, $0,87 < M_x < 1,0$ intervaldan tashqarida. (8-rasm).



2.9-rasm. $dp - p\pi^+nn$ reaksiyada M_x nuklon uchun massa bo'yicha taqsimot.

Shu sinfga doir xodisalar yetishmayotgan ikki neytron massasi bo'yicha taqsimot 9-rasmda tasvirlangan. Ishdagi kabi massaning o'sha qiymati uchun cho'qqilar kuzatiladi.



3-rasm. $dp - p\pi^+nn$ kanaldan 2 neyronning effektiv massasi bo'yicha taqsimoti. Gistogramma eksperimental natija. Yaxlit to'g'ri chiziq – funksiya futirovkasi natijalari

Quyidagi funksiyalar ko'rinishida 2.6-2.7-rasmlarda ko'rsatilgan eksperimental taqsimot approksimasiyasi 2.2-jadvalda ko'rsatilgan.

2.2-jadval

M_{pp}	Γ_{pp}	S.D.	$\chi^2_{CT.CB.}$	M_{pn}	Γ_{pn}	S.D.	$\chi^2_{CT.CB.}$
1939 ± 15	27 ± 13	2,2	2,8/10				6,2/16
2007 ± 15	39 ± 17	4,1		2006 ± 10	25 ± 11	5,1	
2090 ± 15	10 ± 12	2,0		2080 ± 10	9 ± 12	1,7	
2154 ± 15	31 ± 11	5,8		2118 ± 10	15 ± 13	4,3	

$$dN/dM \sim \alpha \Phi(M) + \sum_i \beta_i BW_i(M),$$

$F(M)$ fon bo'yicha taqsimot, ikkinchi tartibli polinom sifatida qo'laniladi. $M_{\pi\pi}$ – spektr uchun Breyt-Vignerning (BW) 4 funksiya yig'indisi olingan. M_{pn} -spektr

uchun 3 rezonansli gipoteza qabul qilingan. Ta'kidlash lozimki, rezonans hamma parametrlarini fitirovka qilish erkin. Har bir maksimum uchun fondan standart chetlashish soni ko'rsatilgan.

Effektiv massaning hamma spektrining statistik ta'minlangan parametrlarini to'liqroq aniqlash uchun Breyd –Vignerning fon bilan birgalikda 2-tartibli polinom ko'rinishda (profitirovat), qaysiki, eksperimental ruxsat etilgan effektiv massani aniqlashda $BW(M)$ funksiya xatoliklari quyidagi ko'rinishda aniqlangan:

$$BW(M) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int BW(m) \cdot \frac{1}{\sigma_1(m)} \cdot \exp \left\{ -\frac{(M-m)^2}{2\sigma_1^2(m)} \right\} dm.$$

$\sigma_1(m)$ ushbu effektiv massada eksperimental xatolik mavjud bo'lib, approksimasiyalarning natijalari 2.2-jadvalda keltirilgan. U yerda cho'qqilarga mos keluvchi ehtimolligi (p) ishdagi metodikaga mos ravishda.

2.3-jadvaldan ko'rinadiki, effektiv massaning turli reaksiyalardagi va turli izotopik xolatlardagi spektrida 2 ta statistik yaxshi ta'minlangan cho'qqini ko'rish mumkin.

2.3-jadval

Реакция	Z	M_1	Γ_1	S.D.	P_1	M_2	Γ_2	S.D.	P_2	$\chi^2/\text{ст.св.}$
$d p \rightarrow (pp) n$	++	2009 ± 6	16 ± 19	4,1	$6,1 \cdot 10^{-4}$	2153 ± 4	7 ± 11	5,8	$5,0 \cdot 10^{-7}$	9,6/21
$d p \rightarrow (pn) p$	+	2007 ± 4	8 ± 12	5,1	$9,5 \cdot 10^{-6}$	2118 ± 3	6 ± 9	4,3	$1,2 \cdot 10^{-4}$	6,2/33
$d p \rightarrow (nn) \pi^+ p$	0	2027 ± 5	16 ± 18	6,3	$1,5 \cdot 10^{-8}$	2137 ± 4	17 ± 9	8,2	$9,7 \cdot 10^{-14}$	21,2/14

Bu struktura ${}^4\text{He}$ - o'zarota'sirni namoyon qiladi. Ish mualliflari 2 nuklon uchun effektiv massa va π d-NN reaksiya ko'ndalang kesimini inobatga olgan xolda o'tkazilgan xisob-kitob natijalariga ko'ra, kuzatilgan cho'qqilardan birinchisi massasi 2 nuklon va π -mezon massalari yig'indisiga yaqin, ikkinchisi nuklon va Δ -izobar yig'indisiga teng.

Xisoblarga ko'ra M_{tr} -spektrdagi maksimumlar xolati eksperimental natijalariga mos keldi va kuzatilgan kenglikni ilmiy tavsiflash shart bo'lmay qoldi.

Birinchi xolatni olish uchun ostona energiyasi yaqinida π d-NN reaksiyasida energetik amplitudadan tashqarida o'ziga xoslikka ega bo'lish uchun qo'shimcha taklif kiritildi.

Kuzatilgan massa Maks-Gregorning rotasion modelida nazariy taxmin qilingan massaga mos keladi.

X U L O S A

Mazkur ishda 3.25 A GeV/c impulsli $^{16}\text{O}p$ - va dp to'qnashuvlarida hosil bo'luvchi deytronlar va protonlarning ko'plamchiligi bo'yicha taqsimotlarini analitik tavsifiga qo'l urildi. Deytronlar hosil bo'lishining assosiy mexanizmlari (buglanish mexanizmi, uyg'otilgan qoldiq-yadroning fermi-emirilish mexanizmi va kaskad jarayonida protonlarning to'g'ridan to'g'ri urib chiqarish mexanizmi) hissalarining statistik ulushlari aniqlandi va ular mos ravishda $(27 \pm 1)\%$, $(32 \pm 1)\%$ va $(41 \pm 1)\%$ ga tengligi ko'rsatildi. Ushbu ulushlar parchalanuvchi yengil yadroning energiyasi va massa soniga bog'liq emasligi va ularning birlamchi zarrachalar (pion yoki proton) turi, ya'ni tashkiliy kvarklar soni bilan uy/unligi aniqlandi.

Deytron yadrosi va vodorod o'zaro ta'sirida spektrning turli kanallarida yuqori statistik ahamiyatga ega 2 xolat kuzatiladi. Bu xolatlarining hamma zaryad komponentalarini kuzatish mumkin. Materiallarning ortishi kriteriylarning asoslangan tanlovi $M_1 = 2,01-2,02$ va $M_2 = 2,12-2,15$ massada nozik dibarion xolatlarining mavjud bo'lish ishonchliligini oshirdi. Yana bir qator ishlarda boshqa massalarda ham dibarion xolatlar xosil bo'lishi ko'rsatilgan.

Ekspperimental ruxsat etilishlarni xisobga olish 20 Mev gacha bo'lgan rezonans kengligining yuqori chegaralarini baxolashni pasaytiradi. Yadro effektlari kuzatilgan kenglikni tushuntirmaydi.

Ushbu malakaviy bitiruv ishida olingan ma'lumotlardan kelajakda ta'lim jarayonida keng foydalanish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. O'zbekiston Respublikasining "Ta'lim to'g'risida"gi Qonuni.// Barkamol avlod-O'zbekiston taraqqiyotining poydevori. –T: 1997. 20-29 b.
2. O'zbekiston Respublikasining "Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi".// Barkamol avlod-O'zbekiston taraqqiyotining poydevori. –T.; 1997. –b. 31-61.
3. Karimov I.A. "O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari" Toshkent, "O'zbekiston" 1997.
4. Karimov I.A. "Yuksak ma'naviyat – yengilmas kuch". –Toshkent: "Ma'naviyat", 2008 -171 b.
5. Karimov I.A. "O'zbekiston XXI asrga intilmoqda". Toshkent, "O'zbekiston", 1999.
6. A.I.Bondarenko, K.G.Gulamov, U.G. Gulamov i dr., Fragmentasiya relyativistskix yader azota na yadrox emulsii. // Izv. AN UzSSR, 1979-Ser. fiz-mat. №2, s.73-78
7. M.I. Adamovich, E.S. Basova, M.M. Chernyavsky et al., Factorization of fragmentation cross-sections in heavy-ion collisions at 1 AGeV // Eur. Phys. Lett. 2000, v.50, p. 441
8. V.V. Glagolev, K.G. Gulamov, V.D. Lipin et al., Fragmentation of relativistic oxygen nuclei in interactions with a proton// Eur. Phys. J. A11, 285(2001)
9. A.A. Korshennikov, E. Yu. Nikolskii, T. Kobayashi, D. V. Aleksandrov, M. Fujimaki, H. Kumagai, A. A. Ogloblin, A. Ozawa, I. Tanihata, Y. Watanabe and K. Yoshida, Spectroscopy of ^{12}Be and ^{13}Be using a ^{12}Be radioactive beam, Phys. Lett. B 343, (1995) 53-58
10. N.P. Andreeva et al., Coherent Dissociation $^{16}\text{O} \rightarrow 4\alpha$ in Photoemulsion at an Incident Momentum of 4.5 GeV/c per Nucleon // Phys. Atom. Nucl. v.59, p.102-108, 1996
11. A.G.Sitenko et al., Ukr.Fiz.Zh. 19, (1974) 1778; M.V.Evlanov, Proc 3-rd Intl School on Nucl. Phys., Kiev, 1992

12. T. Kobayashi et al., Electromagnetic dissociation and soft giant dipole resonance of the neutron-dripline nucleus ^{11}Li // Phys. Lett. B, 1989, v.232, p.51-55
13. V.V.Glagolev et al., Yields of the mirror nuclei ^3H , ^3He and ^7Li and ^7Be in interactions with protons // JETP Lett.-1995 – v59 – p.336;
14. Glagolev V.V., Gulamov K.G., Lipin V.D., i dr., Obrazovaniye yader geliya v kislorod-protonnix soudareniyax pri relyativistskix energiyax // YaF -1995 – t.58 – s.2005;
15. Gulamov K.G., Lipin V.D., Lutpullayev S.L. i dr., Izucheniye polnogo razvala relyativistskix yader kisloroda vo vzaimodeystviyax s protonom // YaF -1996 – t.59 – s.1042;
16. Glagolev V.V., Gulamov K.G., Lutpullayev S.L. i dr., Obrazovaniye tyajyologo izotopa yadra geliya ^6He v ^{16}Op -vzaimodeystviyax pri impulse 3.25 GeV/c na nuklon // YaF – 1997 – t.60 – s.575;
17. Glagolev V.V., Gulamov K.G., Kratenko M.Yu. i dr., Izotopniy sostav fragmentov, obrazovannix v ^{16}Op -vzaimodeystviyax pri impulse 3.25 GeV/s na nuklon // Pisma v JETF – 1993 – t.58 – s.497;
18. Glagolev V.V., Gulamov K.G., Lipin V.D., i dr., K voprosu o fragmentasii relyativistskix yader kisloroda vo vzaimodeystviyax s protonom // YaF – 2000 – t.63 – s.587;
19. K.G. Gulamov i dr., DAN RUZ 2001, №1-2, s.6-9; V.D. Lipin i dr., Uzbekskiy Fiz. Jurnal, 2002, t.2, s 343-345
20. V.V. Glagolev, K.G. Gulamov, M.Yu. Kratenko i dr., Vixod zerkalnih yader ^3N , ^3Ne i ^7Li , ^7Be vo vzaimodeystviyax relyativistskix yader kisloroda s protonom// Pisma v JETF 59, 316-319 (1994).
21. V.V. Glagolev, K.G. Gulamov, V.D. Lipin, S.L. Lutpullayev, K. Olimov Emission of Light Fragments in ^{16}Op Interactions at a Momentum of 3.25 GeV/c per Projectile Nucleon // YaF. 1999. T.62. S.1388-1392.

22. Navotniy V.Sh., Vzaimodeystviya yader kisloroda, kremniya i seri pri relyativistskix energiyax s yadernoy fotoemulsiyey, avtoref. Diss. Kand. Fizmat nauk – Tashkent: FTI NPO «Fizika-Solnse». 1993. s.11-12
23. J.Hubele et al., Statistical fragmentation of Au projectiles at $E/A=600$ MeV, Phys. Rev. C46, R1577–R1581 (1992)
24. J.A.Manger et al., Dynamics of the Multifragmentation of 1A GeV Gold on Carbon, Phys. Rev. Lett. 77, 235–238 (1996)
25. Hongfei Xi et al., Break-up temperature of target spectators in $^{197}\text{Au} + ^{197}\text{Au}$ collisions at $E/A = 1000$ MeV // Eur. Phys. J. A 1998, v.1, p.235
26. A. Schuttauf et al., Universality of spectator fragmentation at relativistic bombarding energies, Nucl. Phys. A607, 457-486 (1996)
27. T. Gaitanos et al., Spectator and participant decay in heavy ion collisions, Phys. Lett. B478(2000) 79-85
28. A. Insolia et al., Universality in fragment inclusive yields from Au + Au collisions, Phys. Rev. C61, 044902(2000)
29. G.S. Anagnostatos // Alpha-chain states in ^{12}C , Phys. Rev. C, 1995, v51, p.152–159
30. P.K. Kakanis and G.S. Anagnostatos, Persisting alpha -planar structure in ^{20}Ne , Phys. Rev. C54, 2996 –3013 (1996); G.S. Anagnostatos et al., Alpha-planar states in ^{28}Si , Phys. Rev. C58, 3305–3315 (1998)
31. G.S. Anagnostatos i dr., Rol lineynoy α -klasternoy konfiguratsii v formirovanii zaryadovix form-faktorov yadra ^{12}C // Izv. AN, Ser. Fiz. T.65, №11, 2001, 1537-1543
32. E.E. Salpeter, Nuclear Reactions in the Stars. I. Proton-Proton Chain, Phys. Rev. 88, 547–553 (1952); Nuclear Reactions in Stars. Buildup from Helium, Phys. Rev. 107, 516–525 (1957)
33. F. Hoyle, On Nuclear Reactions Occurring in Very Hot Stars. I. The Synthesis of Elements from Carbon to Nickel // Astrophys. J Suppl., 1954, v.1, p.121
34. D.V. Fedorov and A.S. Jensen, The three-body continuum Coulomb problem and the 3α -structure of ^{12}C , Phys. Lett. B389 (1996) 631-636

35. A. Csoto, Reply to "Comment on 'Three-body resonances in ${}^6\text{He}$, ${}^6\text{Li}$, and ${}^6\text{Be}$, and the soft dipole mode problem of neutron halo nuclei'", Phys. Rev. C52, 2809–2810 (1995); A.C. Hayes and S.M. Sterbenz, Comment on "Three-body resonances in ${}^6\text{He}$, ${}^6\text{Li}$, and ${}^6\text{Be}$, and the soft dipole mode problem of neutron halo nuclei", Phys. Rev. C52, 2807–2808 (1995); N.Itagaki, A.Ohnishi, K.Kato, Four-Alpha Linear-Chain States in ${}^{16}\text{O}$, nucl-th/9606056, LANL-preprint; R.Pichler et al, Three-alpha structures in ${}^{12}\text{C}$, Nucl. Phys. A618, 55-64 (1997)
36. J Lopez and C.O. Dorso, Phase Transformation in Nuclear Matter, World Scientific 2000; D.H.E. Gross, Microcanonical thermodynamics and statistical fragmentation of dissipative systems. The topological structure of the N-body phase space, Phys. Rep. 279 (1997) 119-201; F. Gulminelli, Ph. Chomaz and V. Duflot, Abnormal kinetic-energy fluctuations and critical behaviors in the microcanonical lattice gas model // Eur. Phys. Lett. 2000, v.50, No.4, p.434
37. G.S. Anagnostatos et al., Alpha-clustering in 4n nuclei from ${}^4\text{He}$ to ${}^{40}\text{Ca}$ // Yadernaya Fizika, 2002, t.65, №4, s.615-624
38. G.S. Anagnostatos and C.N. Panos, Effective two-nucleon potential for high-energy heavy-ion collisions, Phys. Rev. C 26, 260–264 (1982); C.N. Panos and G.S. Anagnostatos, Comments on 'A relation between average

Internet saytlari

1. [-http://eqworld.ipmnet.ru/ru/librar\)/physics/quantum.htm](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/librar)/physics/quantum.htm)
2. <http://WWW.mon.gov.ru>.
3. [//WWW.plekhanov.ru](http://WWW.plekhanov.ru)
4. [//WWW.tgeu.uz](http://WWW.tgeu.uz)
5. [//WWW.tatu](http://WWW.tatu).
6. [//WWW.pomorsu.ru](http://WWW.pomorsu.ru)
7. [//WWW.MTU-NET.ru](http://WWW.MTU-NET.ru)
8. [//WWW.elsu.ru](http://WWW.elsu.ru)
9. [//WWW.mgopu.ru](http://WWW.mgopu.ru)
10. <http://WWW.mon.gov.ru>.
11. <http://AVWW.physics.ru>.
12. [//WWW.ed.gov.ru](http://WWW.ed.gov.ru).
13. WWW.ZiyoNET.Uz.